BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE DES MANSFELDER SEES

MIT BESONDEREN STUDIEN ÜBER DAS ZENTRIFUGENPLANKTON UND SEINE BEZIEHUNGEN ZUM NETZPLANKTON DER PELAGISCHEN ZONE

ABHANDLUNG

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
EINER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

EINGEREICHT

VON

FRIEDRICH VOLKMAR COLDITZ
AUS MEERANE i. Sa.

MIT EINER KARTE UND ABBILDUNG DES SEES UND 32 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG UND BERLIN
WILHELM ENGELMANN
1914

Angenommen von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Professoren Chun und Pfeffer.

Leipzig, den 30. Juli 1913.

Der Procancellar.
Le Blanc.

Sonderabdruck aus »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie«, Bd. 108. Heft 4.

MEINEN TREUSORGENDEN ELTERN
IN LIEBE UND DANKBARKEIT

GEWIDMET

Beiträge zur Biologie des Mansfelder Sees
mit besonderen Studien über das Zentrifugenplankton und seine Beziehungen zum Netzplankton der pelagischen Zone.

Von

Friedrich Volkmar Colditz

aus Meerane i. S.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität zu Leipzig.)

Mit einer Karte und Abbildung des Sees und 32 Figuren im Text.

Inhalt.

Einführung.

In vorliegender Abhandlung, die durch meinen Lehrer, Prof. Chun, angeregt wurde, soll die Planktonfauna des Mansfelder Sees einer näheren Darstellung unterzogen werden. Dieses Wasserbecken stellt das größte Gewässer Mitteldeutschlands dar und kann in wissenschaftlicher Hinsicht als eines der interessantesten Gebiete unserer engeren deutschen Heimat betrachtet werden. Auf den Rat Professor Woltereck wurde auch das Zentrifugenplankton in den Beobachtungsgang einbezogen, um die Beziehungen zwischen Zentrifugenplankton und Zooplankton in einem mitteltiefen Flachlandsee klarzustellen.

Die quantitativen Untersuchungen, welche sich ohne Unterbrechung über $1^1/_2$ Jahre erstreckten, wurden im September 1911 begonnen und im Februar 1913 beendet.

Über die chemische Natur des Seewassers erhielt ich durch eine Reihe von Analysen Aufschluß, die Herr Dipl. Landwirt Dr. Wittmann, Assistent an der Kaiserl.-Königl.Landwirtschaftl.-chem. Versuchsstation in Wien, die Freundlichkeit hatte, auf meine Veranlassung hin auszuführen. Ich möchte deshalb nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Dr. Wittmann meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Den größten Dank schulde ich aber meinen verehrten Lehrern, den Herren Geh. Rat Prof. Dr. Chun und Prof. Dr. Woltereck, für die liebenswürdige Unterstützung, die ich durch sie erfuhr und das vielseitige Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten. Den Herren Prof. Dr. Thallwitz (Dresden), Prof. Dr. Kolkwitz (Berlin), Prof. Dr. Brehm (Eger), sowie der United States Fish Commission (Washington) sei für das Überlassen von schwer zugänglicher Literatur und für briefliche Mitteilungen, Herrn Prof. Dr. Bachmann (Luzern)

und Herrn Dr. Lemmermann (Bremen) für ihre Auskunft über einige Formen des Zentrifugenplanktons herzlichst gedankt.

Auch dem Besitzer des Mansfelder Sees, Herrn Rittergutsbesitzer Wendenburg, der mir durch sein Entgegenkommen die Arbeit wesentlich erleichterte, möchte ich hier meinen besonderen Dank abstatten.

Der einleitende Teil der Abhandlung soll sich zunächst mit dem Mansfelder See selbst näher befassen, um mit den natürlichen Lebensbedingungen bekannt zu machen, welche das Plankton hier vorfindet.

I. Teil.

Physikalisch-chemische Verhältnisse des Mansfelder Sees.

A. Das Seebecken.

1. Lage und Gestaltung.

Mit einer Karte und Abbildung.

In dem südwestlichen Teile der Provinz Sachsen lagen bis vor etwa zwei Jahrzehnten zwei nicht unbedeutende Wasserbecken, welche die tiefste Senke des südöstlich an den Harz sich anschließenden Mansfelder Hügellandes erfüllten. Sie waren unter dem Namen »Mansfelder Seen« bekannt und bestanden aus dem größeren südlichen »Salzigen See« mit einem buchtartigen Anhängsel, dem »Binder See«, und dem kleineren nördlichen »Süßen See«. In jüngster Zeit hat sich nun in diesem Seengebiete eine gewaltige Katastrophe ereignet, die eine große Veränderung hier herbeigeführt hat. Seit Anfang 1892 hatte das Wasser des Salzigen Sees einen unterirdischen Abfluß nach den Schächten des Mansfelder Bergbaues gefunden. Die Folge davon war, daß die etwa 9 ha große Fläche dieses Sees trocken gelegt werden mußte, da alle Versuche, ihn der Gegend zu erhalten, aus technischen Gründen scheiterten[1].

Nur wenig berührt wurde von diesen Vorgängen der Süße See, dessen Bezeichnung Mansfelder See jetzt die gebräuchlichere und auch zutreffendere ist. Er liegt zwischen dem 51° 29—30′ nördl. Br. und 29° 18—22′ östl. L. v. F., in einer absoluten Meereshöhe von 92,9 m. Er erstreckt sich in einer Länge von 5 km. Die Breite beträgt vor dem Dorfe Aseleben, wo die Buntsandsteinfelsen des nördlichen Ufers in einem nach Süden geöffneten Bogen etwas zurücktreten, 0,8 km[2]. Hier an seiner breitesten Stelle besitzt er auch die größte

[1] Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1894.

[2] Topographischer Atlas 1 : 25 000. Bl. 2530, 2531, 2603 und 2604. Kgl. preuß. Landesaufnahme 1903.

Tiefe von 7 m. Das Areal umfaßt nach planimetrischer Vermessung 2,619 qkm[1].

Der See repräsentiert mithin ein langgestrecktes, außerordentlich flaches Wasserbecken, das eine schmale von W. N. W. nach O. S. O. gerichtete Talsenke ausfüllt und eine einförmige Ufergestaltung zeigt. Buchten sind kaum angedeutet, infolgedessen stellt das Becken ein vollkommen biologisch-einheitliches Medium dar.

2. Geologische Beschaffenheit und Entstehung.

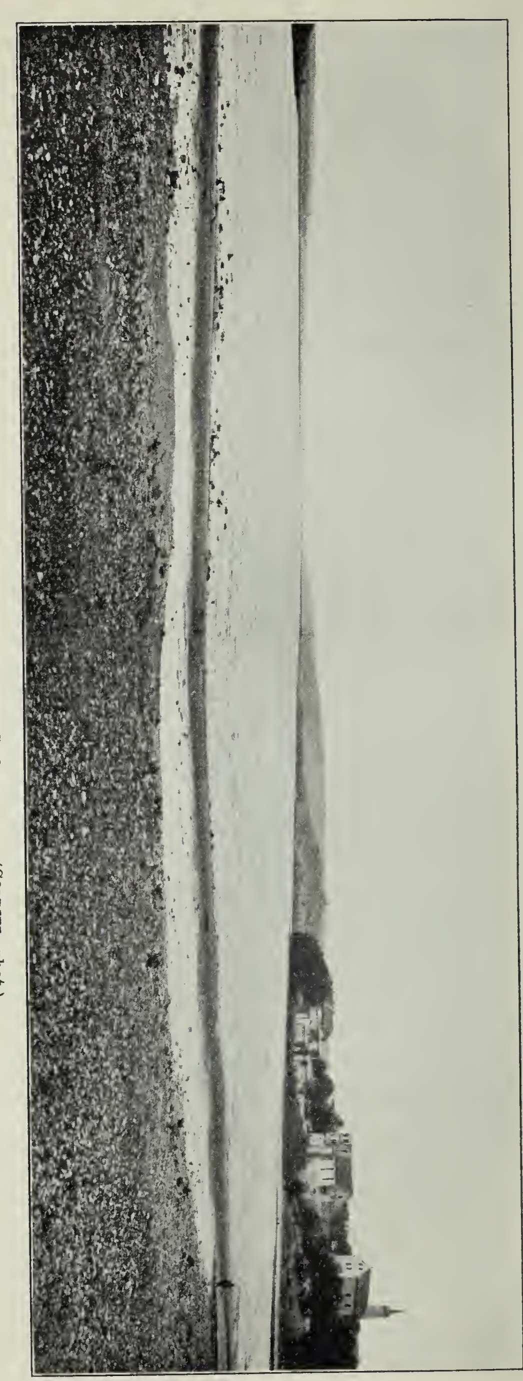
Über die genauen Tiefenverhältnisse des Wasserbeckens sind wir seit den eingehenden Lotungen Ules (1887)[2] unterrichtet. Die Trockenlegung des Salzigen Sees ist später nicht ohne Einfluß auf den Wasserstand jenes Sees geblieben. Eine auffallende Vertrocknung weiter Strecken des Phragmitetums spricht schon äußerlich dafür. Infolge der allgemeinen Erniedrigung des Grundwasserspiegels in der Seeumgebung hat die Zusickerung von Wasser auf unterirdischem Wege aufgehört, und sind die oberflächlichen Zuflüsse auf ein Minimum zusammengeschrumpft. In Anbetracht dieser Tatsachen war es geboten, eine Nachlotung des Sees auszuführen.

Die Resultate der Tiefenmessungen, welche von der Eisdecke (Februar 1912) aus vorgenommen wurden, sind in der beigegebenen Karte nebst Profilen niedergelegt. Mit Ules Angaben verglichen hat der See seit den letzten 25 Jahren fast 80 cm an Tiefe verloren. Die Isobathen zeigen einen ziemlich glatten Verlauf. Man hat es mit einer außerordentlich einfach gestalteten Seewanne zu tun, die sowohl in der Richtung von West nach Ost als auch in der Richtung von Süd nach Nord allmählich an Tiefe zunimmt. Der vor Seeburg gelegene südöstliche Teil des Sees ist sehr flach, dasselbe gilt in noch größerem Maße von der östlichen Bucht neben dem Schlosse und dem nordwestlichen und westlichen Teile.

Der Seeboden fügt sich dem allgemeinen Charakter der Landschaft an. Er besteht aus einem tonig-mergeligen Sediment von mehreren Metern Stärke. Vor der Mündung der Bösen Sieben finden sich naturgemäß alluviale Schwemmassen vor, die hier eine allmähliche Verflachung herbeiführen. Felsiger Untergrund ist nur in der Nähe

[1] Gelbke, Die Volksdichte des Mansfelder See- und Saalkreises. Inaug.-Dissert. Halle 1887. Die hier angegebene Zahl für die Seeoberfläche, (welche nach Vermessung auf dem Topogr. Atlas 1903 mit 2,79 qkm zu veranschlagen ist), muß nach den erwähnten Vorgängen in jüngster Zeit auf etwa 2,5 qkm reduziert werden.

[2] Ule, W., Die Mansfelder Seen. Mitteilg. d. Vereins f. Erdkunde. Halle 1888.



Blick auf den Mansfelder See von Seeburg aus. (COLDITZ, phot.)

der nordöstlichen Ufer vorhanden, während der südöstliche Teil des Wasserbeckens vor Seeburg und die Aselebener Bucht kiesig-sandigen Boden aufweisen.

Das Seebecken liegt in dem großen Talkessel, der im Süden von einem dem Hornburger Sattel paralell vorgelagerten Buntsandsteinrücken mit dem Wachhügel und im Norden von den Erhebungen der Mansfelder Hochfläche flankiert wird. Diese Höhen gehören ebenfalls dem unteren Buntsandstein an, der sich als der Südrand der Mansfelder Triasmulde ununterbrochen in der Richtung von N N. W. nach S. S. O. erstreckt. Der See ist also in der Hauptsache in den unteren Buntsandstein eingebettet, dessen Unterlage von den Schichten der Zechsteinformation gebildet wird.

Mit der Frage nach der Entstehung des Sees hat sich bereits Ule eingehend beschäftigt. Er ist zu dem Resultat gelangt, daß hier ein altes Flußtal vorliegt, welches seine Entstehung der auslaugenden Wirkung des Wassers auf die den Buntsandstein unterlagernden Zechsteinschichten und der damit verbundenen teils plötzlichen, teils allmählichen Senkung des Bodens verdankt. Dann aber ist an der Bildung dieses Beckens auch eine jüngstzeitlich hebende und somit das Wasser aufstauende Bodenbewegung beteiligt gewesen.

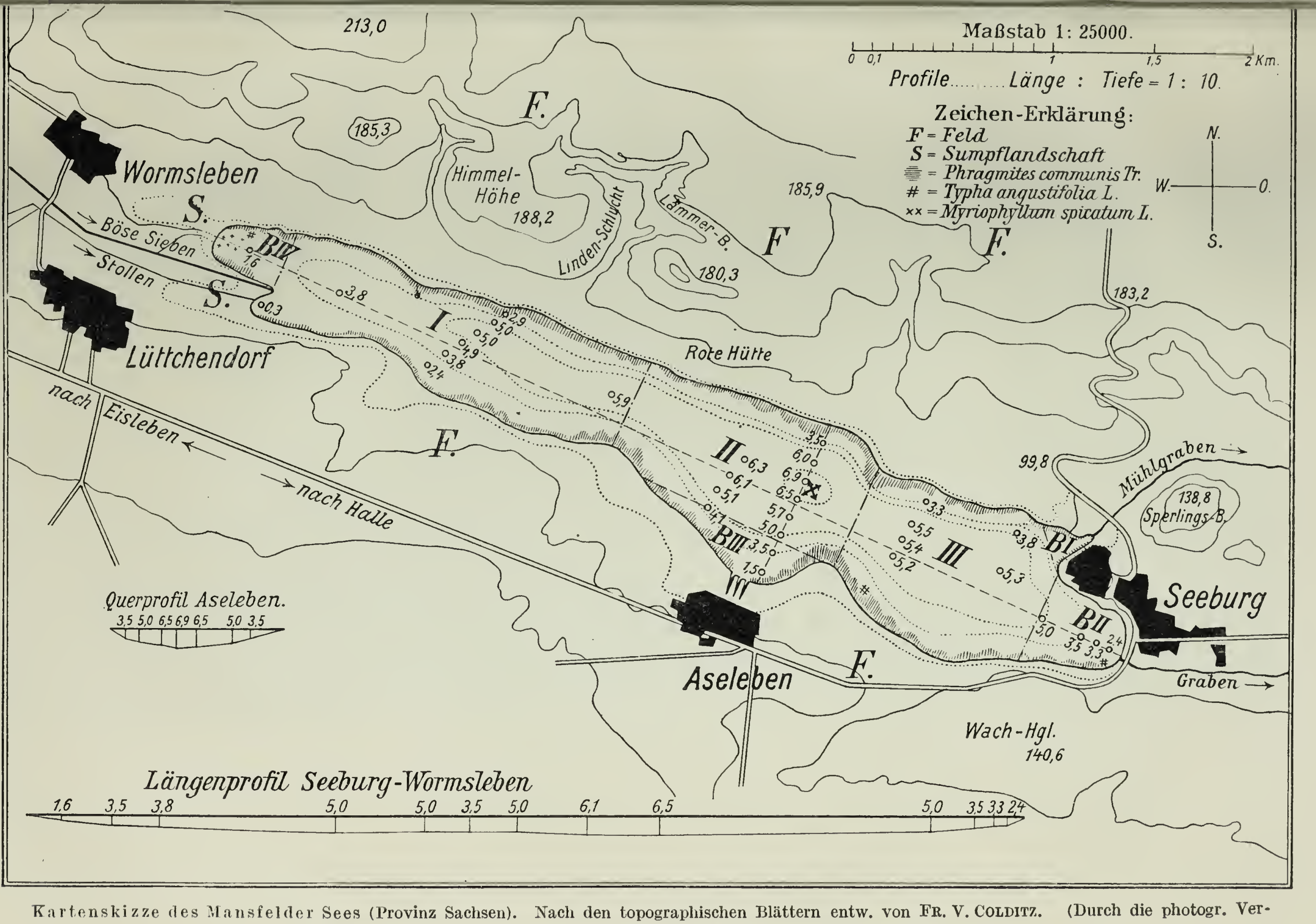
Credner[1]) und Kayser[2]) haben nur die erstere Entstehungsmöglichkeit ausgesprochen, für die zahlreiche Beweise in den geologischen Verhältnissen der Umgebung vorhanden sind. Die unterirdisch zirkulierenden Wasser haben allmählich die löslichen Teile der Zechsteinbildungen fortgetragen und auf diese Weise ein weit ausgedehntes zusammenhängendes System von Spalten und Höhlungen ausgewaschen, welche noch jetzt auf weite Strecken den Untergrund der Mansfelder Gegend durchziehen und das Sinken des darüber lagernden lockeren Buntsandsteins in diese durch das Wasser geschaffenen Hohlräume veranlaßten.

Durch die Untersuchungen von Professor v. Fritzsch[3]) wurde festgestellt, daß den alten Hauptströmen im Bereiche des Eislebener Seebeckens der Weg verlegt wurde, »weil neue Zerstörungen der vorhandenen Gesteine, ferner mutmaßlich eine oder mehrere Bodenbewegungen und hierdurch Abschnürungen folgten, welche die Aufstauung größerer

[1] Credner, H., Elemente der Geologie. 1897.

[2] Kayser, E., Lehrbuch der Geologie. 1905.

[3] v. Fritzsch, Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen. Blatt Teutschenthal. Liefg. 19.



Kartenskizze des Mansfelder Sees (Provinz Sachsen). Nach den topographischen Blättern entw. von Fr. V. Colditz. (Durch die photogr. Verkleinerung des Kartenbildes ist der genaue Maßstab auf 1 : 35700 abgeändert worden.)

Wassermassen in diesem Gebiete zur Folge hatten«. Man glaubte deshalb vielfach schließen zu müssen, daß der See allein durch eine Aufstauung des Wassers in einem alten Erosionstale entstanden sei und ursprünglich ein Flußsee gewesen ist, bis durch neue Gesteinszerstörungen die Verlegung der alten Hauptflüsse erfolgte.

Nach Ule kann diese Bodenbewegung nicht die alleinige Ursache der Seenbildung sein, weil sie keineswegs die vielen Einsenkungen und Einstürze in der Umgebung des Sees, sowie die zahlreichen Schichtenstörungen im Buntsandstein erklärt. Wir werden daher zu der Schlußfolgerung veranlaßt, daß hier ein Zusammentreffen beider Bildungsmöglichkeiten vorliegt.

B. Das Seewasser.

1. Hydrometrische Verhältnisse.

Der Mansfelder See liegt in dem Flußgebiet der Saale. Er erhält sein Wasser durch mehrere Bäche, von denen nur die vom Unterharz kommende Böse Sieben einer Erwähnung wert ist. Sie führt nur geringe Wassermengen, kann aber nach heftigen Gewitterregen oder Schneeschmelze eine verderbliche Wirkung entfalten. Durch diesen Bach werden dem See die Abwässer der Stadt Eisleben zugeleitet, die infolge der darin enthaltenen, zahlreichen gelösten, organischen fäulnisfähigen Stoffe auf weite Strecken eine starke Verunreinigung des westlichen und nordwestlichen Teiles herbeiführen. Ein weiterer Zufluß ist der Stollen, der in der Nähe des Sees seinen Ursprung nimmt und den Schlangengrund- und Topfsteinbach aufnimmt. Er führt ebenfalls nur selten Wasser und mündet in unmittelbarer Nähe der Bösen Sieben in den See. Weitere Quellbäche und zahlreiche unterseeische Sickerwasser sind dem See durch die Trockenlegung des Nachbargewässers entzogen worden.

Der Abfluß hat völlig aufgehört. Der Mühlbach, der den See nach der Weida entwässert, und der Graben liegen schon seit Jahren trocken. Sie bildeten früher die direkte Verbindung mit dem Salzigen See, von dem als geringe Überreste nur der Binder- und Kerrner-See sowie eine Anzahl Wassertümpel erhalten sind.

Der Pegelstand des Sees war während meiner Untersuchungen im Sommer 1911 bis Winter 1912/13 nur geringen Schwankungen unterworfen. Sommerminimum und Wintermaximum wichen um je 8, bzw. 5 cm vom Mittelstand ab. Der geringe Zufluß war für die Höhe des Wasserspiegels ohne Bedeutung, vielmehr regelte sich letzterer lediglich

durch atmosphärische Einflüsse, die stärkere Pegelveränderungen hier so gut wie ausschließen. Das ganze Seegebiet liegt in dem Regenschatten des Harzes und gehört zu den ausgeprägtesten Trockengebieten Norddeutschlands. Die jährliche Niederschlagshöhe beträgt etwa 50 cm[1]). (Eisleben jährliche Niederschlagshöhe 49 cm.)

2. Thermisches Verhalten.

Die physikalischen Verhältnisse eines mitteltiefen Flachlandsees sind im Zusammenhang mit Beobachtungen über die Periodizität und Verteilung der planktonischen Organismen bisher noch nicht studiert worden. Es sollen in diesem Kapitel nur die Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen angeführt werden. Die Beziehungen zu dem Plankton werden erst in dem speziellen Teile der Arbeit erörtert.

Der Einfluß, welcher der Temperatur auf das Planktonleben zuerkannt worden ist, hat durch neuere Arbeiten in verschiedener Hinsicht eine Einschränkung erfahren.

Die Temperaturmessungen wurden von mir mit Hilfe eines geprüften[2] Laboratoriumthermometers und der Mayerschen Schöpfflasche vorgenommen. Diese Methode liefert für Seen von geringer Tiefe bei längerer Expositionsdauer vollkommen zuverlässige Resultate. Einen genauen Überblick über die Temperaturschwankungen in den verschiedenen Tiefen der Beobachtungsperiode 1912 gibt Tab. I.

Der große Unterschied, welcher zwischen den verschieden tiefen Gewässern in physikalischer Hinsicht besteht, liegt darin, daß sich die thermischen Änderungen in den flachen Seen bedeutend schneller vollziehen als in tiefen Wasserbecken. Die beträchtlichen Temperaturschwankungen, denen die oberflächlichen Schichten konstant ausgesetzt sind, teilen sich sofort der gesamten Wassermasse mit und verhindern eine Schichtung innerhalb derselben. Demzufolge war der Mansfelder See während des größten Teiles des Jahres annähernd gleichmäßig temperiert. Deutlicher noch als aus Tab. I ist dies aus den in Fig. 1 gezeichneten thermischen Isobathen von Oberfläche und Grund ersichtlich.

Es wurden 1912 folgende Temperaturperioden beobachtet:

I. Winterstagnation, inverse Schichtung. Abkühlung der Temperatur auf das Jahresminimum (Januar bis erste Hälfte des Februar).

II. Frühjahrscirculation. Erwärmung des Wassers auf das Jahresmaximum (Februar bis Ende Mai).

---

[1] Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1894.

[2] Großherzogl. Sächs. Prüfungsanstalt für Glasinstrumente in Ilmenau unter mitwirk. Kontrolle der phys.-techn. Reichsanstalt zu Charlottenburg.

Tabelle I.

Temperaturen des Mansfelder Sees, Januar — Dezember 1912. Temperatur in Celsius-Graden.

	10. I.	21. I.	31. I.	9. II.	19. II.	29. II.	11. III.	21. III.	1. IV.	13. IV.	20. IV.	30. IV.	11. V.	21. V.	31. V.	11. VI.
0 m	2,3	2,25	2,5	2,5	2,3	5,5	6,5	7,0	7,8	6,8	8,3	11,2	16,2	16,9	16.0	19,2
1/2 m	2,3	2,25	2,5	2,6	2,5	5,7	6,5	7,0	7,75	6,8	8,2	11,2	14,8	16,6	15,9	19,2
1 m	2,3	2,25	2,5	2,75	3,0	5,5	6,5	7,0	7,75	6,8	8,2	11,1	14,4	16,4	15,9	19,2
3 m	2,5	2,5	2,75	3,0	3,0	5,5	6,5	6,75	7,75	6,8	8,1	10,8	14,2	15,7	15,1	18,4
5 m	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	5,3	6,5	6,7	7,7	6,8	8,0	10,8	14,1	15,4	15,0	17,9
7 m	3,0	3,0	3,5	3,75	3,75	5,3	6,5	6,7	7,5	6,8	8,0	10,8	14.0	15.1	15,0	17,8
Lufttemp.	— 15,2	+ 2,5	1,3	7,5	11,5	17,5	8,75	6,2	9,8	8,3	10,4	11,1	18,7	20,7	19,8	21,0

	21. VI.	1. VII.	11. VII.	22. VII.	31. VII.	11. VIII.	31. VIII.	9. IX.	19. IX.	30. IX.	10. X.	20. X.	30. X.	15. XI	30. XI.	16. XII.
0 m	18,0	20,1	24,8	21,6	21,9	19,0	16,9	13,75	12,8	11,3	9,3	8,4	8,2	4,7	2.25	2,0
1/2 m	18,0	20,1	24,2	21,6	21,9	19,0	16,9	13,75	12,8	11,3	9,25	8,4	8,15	4,65	2,25	2,0
1 m	17.9	20.3	24,1	21.6	21,9	18,9	16,8	13,8	12,7	11,3	9,25	8,4	8,15	4,65	2,25	2,2
3 m	17.1	18,8	20,6	20.4	21.2	18,9	16,6	13,7	12,6	11,3	9,2	8,4	8,15	4,65	2,25	2,2
5 m	17,1	18,7	19,7	20,3	21,1	18,8	15,3	13,4	12,6	11,25	9,1	8,4	8,1	4,60	2,25	2,5
7 m	17,0	18,6	19,3	20,3	21,0	18,6	15,2	13,3	12,5	11,25	9,05	8,4	8,05	4,55	2,25	3,0
Lufttemp.	18,8	18,0	26,5	23,8	22,4	17,8	15,3	9,7	16,0	13,4	10,7	8,9	13,6	7,2	1,8	—2,0

III. Sommerstagnation, direkte Schichtung (Ende Mai bis Ende Juli).

IV. Herbstcirculation. Abkühlung der Temperatur vom Jahresmaximum bis zur Bodentemperatur von 4° C (August bis November).

Diese thermischen Perioden, deren Ausbildung und Dauer von den allgemeinen klimatischen Verhältnissen abhängig ist, sind von großem Einfluß auf die biologische Schichtung des Zentrifugenplanktons. Sie erklären uns die Schichtung des-

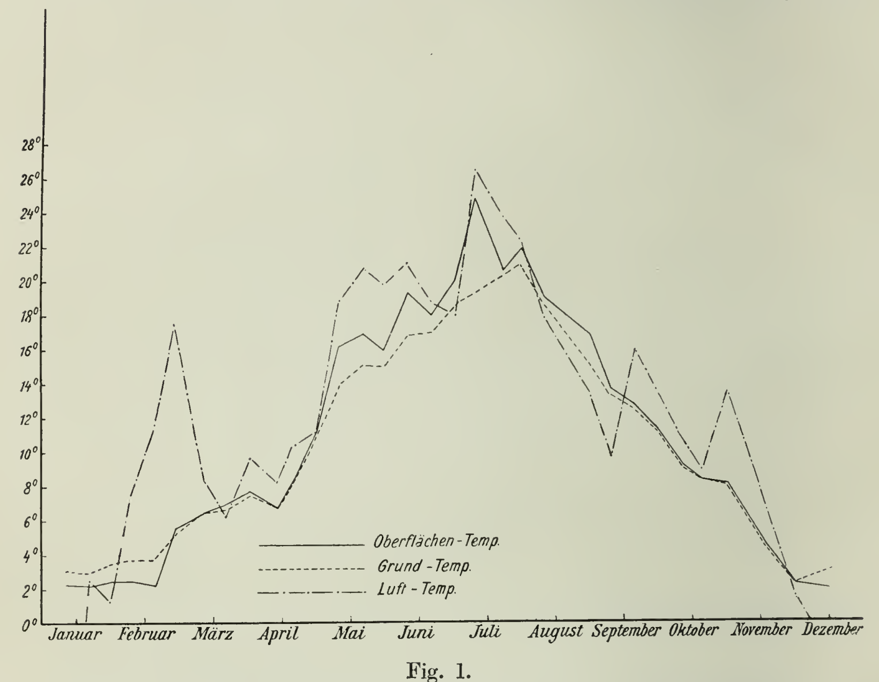


Fig. 1.

Graphische Darstellung der Luft- und Wassertemperaturen vom Mansfelder See 1912.

selben im Sommer und Winter und die gleichmäßige Verteilung in den übrigen Jahreszeiten. Letztere wird durch die Konvektionsströmungen bedingt, welche durch die herbstliche Abkühlung und durch die großen Temperaturschwankungen in den Frühjahrsmonaten hervorgerufen werden. Die aktiv schwimmenden wie passiv schwebenden Organismen werden davon in gleicher Weise beeinflußt.

Ein weiterer Grund für die geringe Ausprägung der thermischen Perioden in diesem Gewässer im Vergleich mit gewissen Alpenseen von gleicher Tiefe (Katzensee) ist dadurch gegeben, daß eine Abkühlung

der unteren Wasserschichten durch zutretendes Grundwasser fehlt. Ohne diese unterseeische Speisung vermag sich der See natürlich sehr schnell durch die vertikalen Konvektionsströmungen bis in die Bodenschichten zu erwärmen. Nur im Hochsommer ist eine deutliche Sprungschicht ausgebildet, welche als direkte Ursache die tägliche Besonnung hat. Das Temperaturintervall von Grund und Oberfläche betrug zur Zeit der höchsten sommerlichen Erwärmung 5,5° C, und zwar zeigte sich dieser Temperaturabfall am ausgeprägtesten in der Schicht von 1—3 m Tiefe. Dieser Unterschied war wenige Tage in diesem Maße ausgebildet, während der übrigen Zeit betrug er 2—3° oder auch nur wenige Zehntelgrade. Durch heftige Wellenbewegungen und größere Niederschläge kann plötzlich eine thermische Ausgleichung der Wasserschichten eintreten.

Die Wärmedifferenz zwischen dem Oberflächenwasser am freien See und in den Buchten schwankte zwischen 0,1° und 1,5°. Im Winter war im allgemeinen das Uferwasser kälter als dasjenige der pelagischen Zone, das Umgekehrte war im Sommer der Fall. Die Winde bewirkten einen ständigen Ausgleich der Temperatur.

Der Mansfelder See ist nach seinem thermischen Verhalten Forels Gruppe der temperierten Seen zuzuteilen.

3. Optisches Verhalten.

Transparenz.

Um festzustellen, bis in welche Tiefe des Sees ein direkter Einfluß des Lichtes auf die Verteilung der Planktonorganismen in Betracht zu ziehen ist, wurden regelmäßige Transparenzmessungen ausgeführt.

Die Transparenz wurde nach der Methode von Forel unter Beachtung der bekannten Vorsichtsmaßregeln mit der Secchischen Scheibe bestimmt. Ich benutzte eine weiße Emaillescheibe von 30 cm Durchmesser. Die gefundenen Durchsichtigkeitswerte für das Seewasser bewegten sich zwischen 1,60 m (maximale Transp. im Oktober) und 0,30 m (minimale Transp. im April).

Daß Licht überhaupt nur bis zu der mit der Scheibe festgestellten Sichtbarkeitsgrenze eindringt, ist vollkommen ausgeschlossen. Nach meinen Befunden muß man jedoch annehmen, daß unterhalb dieser Zone, die für die Chlorophyllfunktion des Zentrifugenplanktons und für reizphysiologische Tropismen des Netzplanktons in Betracht kommende Intensität der Lichtstrahlen in ihrer Wirkung stark geschwächt ist. Diesen Satz möchte ich nur für Seen mit geringer Transparenz eingeschränkt wissen.

Die Transparenz ist von der Intensität des Lichtes und von der

Menge des im Wasser suspendierten Materials abhängig. Ein Wechsel der Beleuchtungsstärke verursachte nur geringe Differenzen. Forel, dem wir über diese optischen Verhältnisse die eingehendsten Unter-

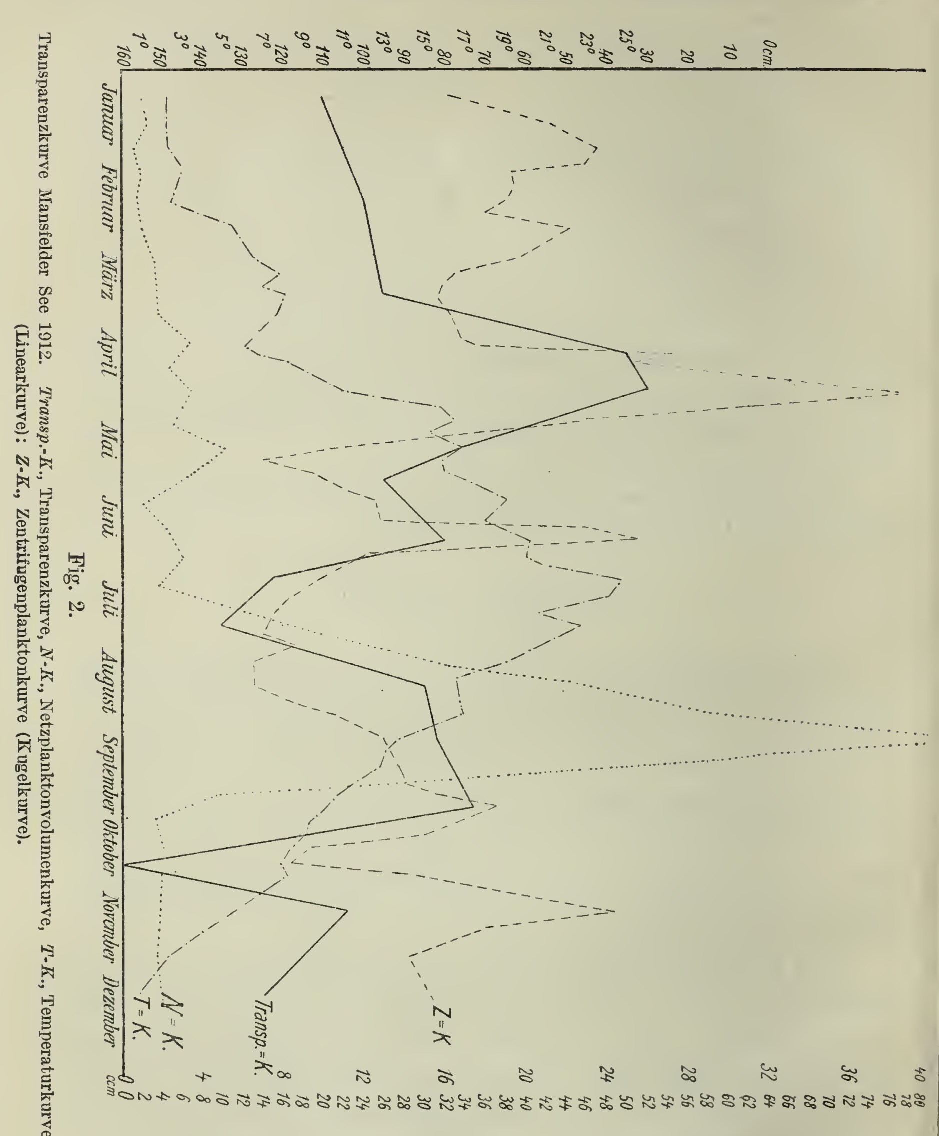


Fig. 2.

Transparenzkurve Mansfelder See 1912. *Transp.-K.*, Transparenzkurve, *N-K.*, Netzplanktonvolumenkurve, *T-K.*, Temperaturkurve (Linearkurve): *Z-K.*, Zentrifugenplanktonkurve (Kugelkurve).

suchungen verdanken, kam zu dem Resultate, daß im allgemeinen die Transparenz im Sommer geringer ist als im Winter. Er begründet dies mit der größeren Stratifikation des Wassers in den Sommermonaten,

welche bewirkt, daß die verschiedenen suspendierten Partikel im Wasser gleichmäßiger verteilt sind, da sie sich jeweils in den Schichten aufhalten, die ihrem spezifischen Gewichte am nächsten kommen. Im Winter ist die Stratifikation undeutlich, weil das Suspendierte mehr zu Boden sinkt. Diese im Genfer See gewonnenen Ergebnisse stimmen mit den Angaben überein, die über eine Anzahl subalpiner Seen ähnlichen Charakters gemacht worden sind. Sie gelten ebenso für die tiefen norddeutschen Seen, von denen hierüber Untersuchungen vorliegen. Man hat infolgedessen eine direkte Abhängigkeit der Transparenz von der Temperatur konstatiert. Die Beobachtungen von GUYER haben bereits für den Greifensee das Gegenteil bestätigt, und auch ich bin im Mansfelder See zu dem Resultate gekommen, daß hier eine Abhängigkeit der Transparenz von der Temperatur nicht in jenem Sinne besteht, sondern nur indirekt, insofern als die durch die Temperatur im Frühjahr und Herbst erfolgten Circulationsströmungen des Wassers die Entwicklung gewisser Zentrifugenplanktonten fördern und hierdurch auf die Transparenz einwirken. Die niedrigsten Transparenzwerte wurden nicht zur Zeit intensivster Durchwärmung, bzw. ausgeprägtester Temperaturschichtung des Wassers oder größten Netzplanktonvolumens gemessen, sondern am 30. April vor dem Erscheinen der *Microcystis*-Wasserblüte und am 5. Oktober nach ihrem Verschwinden. Die größte Transparenz wurde nicht in den Wintermonaten, sondern am 25. Oktober und am 27. Juli beobachtet. Also müssen noch andre Faktoren auf die Transparenz einwirken. Bisher hat man bei diesen Untersuchungen das Zentrifugenplankton nicht berücksichtigt. Meine Befunde sollen zeigen, welche wichtige quantitative Rolle dasselbe im Mansfelder See spielt.

Zur Zeit des Transparenzminimums am 30. April waren nach meinem Zählverfahren[1] in 60 ccm Seewasser über 11 Millionen Individuen = $^2/_{25}$ ccm Zentrifugensediment enthalten: 3800 Schwärmsporen, 1300 *Cryptomonas erosa* und 3300 sonstige Grünalgen, 10 854 000 Entwicklungsstadien von *Microcystis aeruginosa* und *Microcystis aeruginosa var. minor nov. var.*, 3800 *Cyclotella Meneghiniana*, 2400 chromophyllfreie Formen, 19 800 *Scenedesmus quadricauda*, 100 *Rhaphidium polymorphum* und 1500 *Pediastrum boryanum*; am 26. Juni in 60 ccm Seewasser 3 245 000 Individuen = etwa $^1/_{30}$ ccm Zentrifugensediment: 103 000 Schwärmsporen, 10 700 *Cryptomonas erosa*, 16 800 sonstige Grünalgen, 2000 *Scenedesmus quadricauda*, 61 000 chromophyllfreie Formen, 3 280 000 *Pleurococcus punctiformis* nov. spec., 6500 *Cyclotella Meneghiniana*, 800 *Rhaphidium polymorphum*, 270 *Pediastrum* und

[1] Siehe: Methode der Untersuchung. II, A. 1.

675 *Staurastrum gracile*; am 13 November in 60 ccm Seewasser 2 800 000 Zentrifugenplanktonten = etwa $^1/_{40}$ ccm Zentrifugensediment: 50 000 Schwärmsporen, 4200 *Cryptomonas erosa*, 5000 sonstige Grünalgen, 16 200 chromophyllfreie Formen, 2 746 000 *Cyclotella hyalina* nov. spec., 4500 *Scenedesmus quadricauda*.

Es waren an diesen Tagen in 20 l Seewasser verteilt:

	Zentrifugenplankton	Netzplankton
30. April	etwa 26,7 ccm	3,5 ccm
26. Juni	» 11,1 »	2,2 »
13. November	» 8,3 »	1,9 »

In Fig. 2 ist eine graphische Darstellung des Verlaufes der Transparenzkurve 1912 gegeben. Zum Vergleich sind die Oberflächentemperaturen, das Setzvolumen aus 120 l mittelst Netz (Müller-Gaze Nr. 25) filtrierten Seewassers und die Zentrifugenplanktonkurve beigefügt. Diese Kurvenzusammenstellung zeigt deutlich die direkte Abhängigkeit der Transparenz von der Quantität des Zentrifugenplanktons. Nur im August und September äußerte sich die Einwirkung der *Microcystis*-Wasserblüte, welche als Netzplanktonvolumen bestimmt wurde; z. B.

9. September 9,8 ccm (Zentr.-Plankt.) dagegen 43,2 ccm (Netz-Plankt.).

Ihr Einfluß ist bei weitem geringer als nach der Quantität dieser Algen erwartet werden müßte, was sich daraus erklärt, daß das Zentrifugenplankton dem Netzplanktongemisch gegenüber eine viel feinere »Suspension« darstellt, die infolge des günstigeren Verhältnisses von Volumen (Masse) zu Oberfläche möglich ist. Durch die damit bedingte stärkere Diffusion und Absorption des Lichtes an der Oberfläche des suspendierten Planktons wird dem Eindringen des Lichtes in tiefere Lagen ein bedeutenderer Widerstand entgegengesetzt.

Es ist vielleicht ratsam, diese Befunde nicht allzu sehr zu verallgemeinern, da das Zentrifugenplankton in diesem See eine außergewöhnlich dominierende Rolle spielt. In flachen Wasserbecken, wo störender Gesteinsdetritus nicht in Frage kommt, wird das Zentrifugenplankton bei dem Studium der Transparenzverhältnisse künftighin mit in Betracht gezogen werden müssen. In tiefen Gewässern dagegen wird wahrscheinlich infolge der geringen Dichte dieser planktonischen Organismen kaum ein Einfluß derselben festzustellen sein. Doch ist es nicht ausgeschlossen, daß durch sie die Ursachen verschiedener Anomalien in der Transparenz dieser Gewässer erklärt werden. Es liegen hierüber noch keine Beobachtungen vor.

Farbe.

Das Zentrifugenplankton bedingt im Mansfelder See auch gewisse jahreszeitliche Färbungsunterschiede des Seewassers und liefert hierdurch einen neuen Beitrag zu diesem Farbeproblem. Zur Beurteilung der Farbe eines Gewässers sind von verschiedenen Forschern bestimmte Farbenskalen hergestellt worden. Ein solches Xanthometer stand mir leider nicht zur Verfügung, deshalb konnte keine strenge Beobachtungsreihe aufgestellt werden, sondern es mußte eine zeitweilige Bemerkung in den Protokollen genügen.

Das Wasser wies im allgemeinen eine schmutziggrüne, etwas in bräunlich übergehende Grundfärbung auf. Es waren konstant geringe suspendierte Schlammpartikelchen nachweisbar. In den Wintermonaten konnte ich eine Beimengung von gelblichen Tönen konstatieren, die durch das Maximum von *Cyclotella hyalina* hervorgerufen wurden. Sie wurden Ende Mai durch das massenhafte Auftreten der *Microcystis*-Jugendstadien und der Grünalge *Pleurococcus punctiformis* in ein helleres Grün verwandelt. Im Juli und August nahm das Wasser Töne an, die die Nüancierung der Wasserblüte zeigten und im Oktober wieder in die olivgrünliche Cyclotellenfärbung übergingen. Längere Regenperioden und starke Wellenbewegungen durch heftige Stürme brachten im Frühjahr und Herbst eine Verschleierung des Farbtons mit sich.

Meinen Resultaten nach ist der bisherige Einfluß des Zentrifugenplanktons auf die Färbung des Seewassers unterschätzt worden, wohl gemerkt, bei hoher Individuendichte dieser Organismen. Die Reflexfarbe der Farbstoffkörper dieser winzigen Algen mischt sich mit der Eigenfarbe des Seewassers, wodurch ganz bestimmte Mischfarben entstehen werden. Massenentwicklungen von Organismengruppen mit einem bestimmten Farbstoff müssen deshalb bei einem Gewässer zweifelsohne auch in dem Farbenschema seines Wassers zum Ausdruck kommen. D a ß e i n Z u s a m m e n h a n g z w i s c h e n F a r b s t o f f g e h a l t d e s Z e n t r i f u g e n p l a n k t o n s u n d T ö n u n g d e s S e e w a s s e r s besteht, wird durch eine Angabe Paschers vom Stadtteiche zu Franzensbad bestätigt. Eine Blaualge von 3—4 μ Durchmesser rief hier einen leicht bläulichen Farbton der oberflächlichen Wasserschicht hervor.

Diese Beobachtungen beleuchten das Problem in Wasserbecken geringer Tiefe, wo die Bedingungen für eine reiche Entwicklung der Zentrifugenplanktonflora gegeben sind, von andrer Seite als die Anschauungen von Forel, Wittstein und Spring, welche die Grün- und Braunfärbung des Wassers ausschließlich auf eine darin gelöste Materie

— Huminstoffe und Eisenoxyd-Verbindungen — oder auf im Wasser suspendierte Fremdkörperchen, bzw. einen im Entstehen begriffenen Niederschlag zurückführen.

4. Chemisches Verhalten.

Das untersuchte Gewässer zeichnet sich den andern Binnenseen gegenüber durch einen hohen Salzgehalt aus. Seen von derartig chemischer Beschaffenheit gehören nach WITTMANN in Mitteleuropa zu den Seltenheiten. Nur der Balatonsee in Ungarn[1] und der Lac Ritom[2] in der Schweiz führen salziges Wasser. Im Süßwasser betrug die Summe der gelösten Salze in typischen Fällen nie mehr als 0,03 %.

Der Salzgehalt des Mansfelder Sees wurde zum ersten Male von ULE (1887) einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Nach chro-

Tabelle II.

Probe I: Oberflächenwasser geschöpft in der Mitte des Sees vor Aseleben.

	Liter-milligramme	Millimol	Milligramm-aequivalente	Aequivalent-%	
Kationen					
Kaliumion, K′	36,9	0,9436	0,9436	4,68	41,85
Natriumion, Na′	172,2	7,4863	7,4863	37,17	
Calciumion, Ca″	108,7	2,7132	5,4264	26,94	55,82
Magnesiumion, Mg″	70,8	2,9095	5,8189	28,88	
Aluminiumion, Al‴	4,2	0,1566	0,4698	2,33	
			20.1450	100,00	
Anionen					
Chlorion, Cl′	274,5	7,741	7,741	38,43	
Sulfation, SO_4''	331,3	3,4484	6,8968	34,24	
Hydrokarbonation, HCO_3'	336,0	5.5072	5,5072	27,33	
			20,1450	100,00	
Jonensumme	1334,6	30,9058			
Kieselsäure, H_2SiO_3	7.8	0,0995			
Summe des Gelösten	1342,4	31,0053			
Abdampfrückstand, gefunden	1034,0				
» berechnet	1169,8				
Leitfähigkeit $K_{18} = 14,450 \times 10^{-4}$					

[1] ILOSVAY, L., Die chemische Untersuchung des Balatonseewassers. Resultate d. wissenschaftl. Erforschung d. Balatonsees. I. Bd. 6. Teil.

[2] BOURCART, E., Les lacs alpins suisses, étude chimique et physique. Génève 1906.

Tabelle III.

Probe II: Tiefenwasser geschöpft an derselben Stelle wie Probe I vom Grunde des Sees.

	Liter-milligramme	Millimol	Milligramm-aequivalente	Aequivalent-%	
Kationen					
Kaliumion, K'	40,1	1,0257	1,0257	5,9	} 40,1
Natriumion, Na'	136,2	5,9214	5,9214	34,2	
Calciumion, Ca''	112,2	2,8001	5,6002	32,3	} 59,2
Magnesiumion, Mg''	56,8	2,3347	4,6694	26,9	
Aluminiumion, Al'''	1,1	0,0392	0,1175	0,7	
			17,3342	100,0	
Anionen					
Chlorion, Cl'	275,5	7,7715	7,7715	44,8	
Sulfation, SO_4''	335,4	3,4913	6,9826	40,3	
Hydrokarbonation, HCO_3'	157,4	2,5801	2,5801	14,9	
			17,3342	100.0	
Jonensumme	1114,7	25,9640			
Kieselsäure, H_2SiO_3	13,0	0,1658			
Summe des Gelösten	1127,7	26,1298			
Abdampfrückstand gefunden	1024,0				
» berechnet	1044,7				
Leitfähigkeit $K_{18} = 14{,}463 \times 10^{-4}$					

nistischen Angaben konnte festgestellt werden, daß das Seewasser in *früherer historischer Zeit* wesentliche *chemische Veränderungen* durchgemacht hat. Ganz besondere Beachtung verdienen die Berichte über das periodische Fischsterben in dem See. Schon Jockusch[1] führt 1715 als Ursache die Grubenwässer an, welche durch den *Stollen* zugeleitet wurden. Der Vorgang wiederholte sich zum letzten Male 1876. In diesem Jahre war dem See ein so hoher Prozentsatz von Salz zugeführt worden, »daß die Bäume und Sträucher an den Ufern eingingen und die Fische starben«. Seit dieser Zeit werden die Grubenwässer direkt nach der Saale *abgelassen*. Sie wiesen nach amtlichen Analysen einen schwankenden Salzgehalt von 0,166% bis 24% auf. Der Salzgehalt des Sees ist seitdem ständig zurückgegangen. Ules Untersuchungen ergaben nur 0,308% Abdampfungsrückstand.

[1] Jockusch, J., Versuch zur Naturhistorie der Grafschaft Mansfeld. Eisleben 1730. (Grundigs »Neue Versuche nützlicher Sammlungen zu der Natur- und Kunstgeschichte, sonderlich von Obersachsen. Bd. I.)

Tabelle IV.

Probe III: Oberflächenwasser geschöpft in der Nähe des Einflusses der Bösen Sieben, etwa 50 m vom Ufer entfernt.

	Liter-milligramme	Millimol	Milligramm-aequivalente	Aequivalent-%
Kationen				
Kaliumion, K′	36,1	0,9231	0,9231	4,7 } 40,5
Natriumion, Na′	162,4	7,0629	7,0629	35,8 }
Calciumion, Ca″	104,6	2,6104	5,2208	26,5 } 54,9
Magnesiumion, Mg″	68,1	2,8017	5,6034	28,4 }
Aluminiumion, Al‴	8,9	0,3132	0,9396	4,6
			19,7498	100,0
Anionen				
Chlorion, Cl′	281,0	7,9247	7,9247	40,1
Sulfation, SO_4''	329,2	3,4270	6,8540	34,7
Hydrokarbonation, HCO_3'	303,3	4,9711	4,9711	25,2
			19,7498	100,0
Jonensumme	1293,6	30,0341		
Kieselsäure, H_2SiO_3	5,2	0,0663		
Summe des Gelösten	1298,8	30,1004		
Abdampfrückstand gefunden	1024,0			
» berechnet	1134,0			
Leitfähigkeit $K_{18} = 14{,}129 \times 10^{-4}$				

Die vorliegende biologische Betrachtung hat zur Beurteilung der Lebewelt des Gewässers eine erneute Untersuchung in hydrochemischer Hinsicht nötig gemacht. Herr Dr. Wittmann an der Abteilung für Fischereiwesen der k. k. Landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Wien nahm die erforderlichen Analysen der Wasserproben vor.

Sie wurden am 1. Oktober 1911 mittels Schöpfflasche entnommen. Die chemische Untersuchung wurde, da sie lediglich der biologischen Erforschung des Sees dienen sollte, nur auf die wichtigsten Bestandteile ausgedehnt. Die Sesquioxyde, die nur in geringen Mengen vorhanden sind, wurden bei der Berechnung als Aluminium in Rechnung gestellt. Die Differenz der Kationen und Anionen erscheint beim berechneten Abdampfrückstand als Karbonatkohlensäure, in der Ionensumme als Hydrokarbonation.

Die elektrolytische Leitfähigkeit wurde bei 18° C bestimmt und pro Kubikzentimeter reziproke Ohm gefunden:

$$K_{18} = 14{,}347 \times 10^{-4} \text{ (Durchschnittswert)}$$

An Abdampfrückständen fanden sich Milligramm im Liter:

1027 l/mg (Durchschnittswert).

Die Differenz des gefundenen Abdampfrückstandes vom gewogenen erklärt sich aus Kohlensäureverlusten, die eintreten, wenn Wässer mit hohem Gehalt an Chlorionen und Magnesiumionen eingedampft werden.

Die Einzelergebnisse der Untersuchungen sind in den Tabellen II bis IV zusammengestellt worden.

Die übereinstimmenden Resultate der verschiedenen Wasserproben liefern einen deutlichen Beweis, daß das Salz in dem Wasserbecken gleichmäßig verteilt ist und keine Schwankungen in den Tiefenschichten oder in dem Einmündungsgebiete der Bäche zeigt, wie vielfach vermutet worden ist.

Um die gewonnenen Werte mit den früheren Analysen vergleichen zu können, hat Herr HARTMANN-Wien, die Analyse ULES in Litermilligrammen, Millomol und VON THANschen Äquivalentprozenten berechnet[1]. Es wurde hierdurch erwiesen, daß im Laufe der jüngsten

[1] ULES Analyse 1887 in Litermilligrammen, Millimol und von THANschen Aequivalentprozenten (HARTMANN).

	Liter-milligramme	Millimol	Milligramm-aequivalente	Aequivalent-%
Kationen				
Kaliumion, K′	288,64	7,3822	7,3822	15,016
Natriumion, Na′	687,92	29,9100	29,9100	60,842
Calciumion, Ca″	175,72	4,3853	8,7716	17,843
Magnesiumion, Mg″	37,66	1,54843	3,09686	6,299
			49.16066	100,000
Anionen				
Chlorion, Cl′	1322,73	37,3000	37,3000	75,874
Sulfation, SO_4''	425,08	4,4252	8,8504	18,003
Nitration, NO_3'	8,40	0,01355	0,01355	0,028
Hydrokarbonation, HCO_3' berechnet	182,82	2,99671	2,99671	6,299
			49,16066	100.000
Jonensumme	3128,97	87,9614		
Abdampfrückstand gefunden	3075,00			
» berechnet	3036,05			

THAN, K. v., Die chemische Konstitution der Mineralwässer und die Vergleichung derselben. TSCHERMAKS Mineralog.-petrograph. Mitteil. N. F. Bd. XI. 1890.

HINTZ und GRÜNHUT, L., Besondere Grundsätze für die Darstellung der chemischen Analysenergebnisse. Deutsches Bäderbuch. Leipzig 1907.

Zeit eine bedeutende Abnahme der K', Na' und Cl'-Ionen und eine geringe Zunahme der HCO_3'- und Mg''-Ionen eingetreten ist. Der Salzgehalt hat sich seit den letzten 25 Jahren um fast den dritten Teil verringert, ein Zeichen dafür, daß die Aussüßung des Sees allmählich immer weiter fortschreitet.

Dieser Wechsel der Existenzbedingungen ist sicherlich von großem Einfluß auf die planktonischen Organismen gewesen. Die Veränderungen, welche in der Zusammensetzung der Fauna und in ihren biologischen Verhältnissen hierdurch hervorgerufen worden sind, wird der zweite Teil der Abhandlung ergeben.

Bei einem Gewässer von so hohem Salzgehalte ist zu untersuchen, ob auch innerhalb eines Jahres bedeutende Schwankungen desselben nachweisbar sind, so daß der Chemismus des Sees während einzelner Jahreszeiten für einen daraus resultierenden Einfluß auf die Lebewelt verantwortlich gemacht werden könnte. Zu diesem Zwecke wurde dem See jeden Monat eine Wasserprobe aus 1 m Tiefe entnommen. Die Übersichtstabelle V der Monate Februar 1912 bis Januar 1913 wird über die Analysen Aufschluß geben.

Die einzelnen Monate weisen in ihren physikalischen Konstanten (Dichte und Leitfähigkeit) sowie in ihrem Gehalt an Cl'- und SO_4''-Ionen geringe unregelmäßige Schwankungen auf, die auf meteorologische Verhältnisse zurückzuführen sind. Der geringe Salzgehalt der Februarprobe 1912 dürfte mit der Eisschmelze des Sees im Zusammenhange stehen. Eine zeitweise saline Stratifikation ist nach diesen Untersuchungen in dem flachen Wasserbecken nicht zu vermuten.

Was die Klassifikation des Mansfelder Sees in chemischer Hinsicht anbetrifft, so liegt hier ein salziges oder ein an mineralischen Substanzen reiches Süßwasser vor.

Gasgehalt.

Am 26. September 1912 wurden dem See Proben entnommen zur Feststellung des Gasgehaltes des Wassers. Die Untersuchungen wurden von Herrn Dr. Wagler, Zoologisches Institut Leipzig, ausgeführt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte. Die Wasserproben wurden aus den Tiefen: Oberfläche, $1/2$ m, 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, ferner an der Oberfläche in Bucht IV[1],

[1] Den See habe ich für die Bearbeitung nach morphologischen Gesichtspunkten in eine Anzahl größere Abschnitte geteilt, die ich auf der Karte durch unterbrochene Linien markiert und mit römischen Ziffern bezeichnet habe, und auf die ich mich hier bei Angabe des Untersuchungsortes beziehe.

Tabelle V.

	Elektrische Leitfähigkeit $K_{18} = 10^{-4} \cdot X$	Dichte	Chlorionen, Cl′		Sulfationen, SO_4''		Brucinreaktion auf Salpetersäure	Temperatur
			Litermilligramme	Milligrammaequivalente	Litermilligramme	Milligrammaequivalente		
1912								
Februar	8,1	1,00045	165,78	4,6764	181,1	3,6933	neg.	2,25°
März	—	—	—	—	—	—	—	—
April	15,6	1,00123	288,1	8,1268	358,0	7,301	pos.	10,7°
Mai	15,8	1,00086	301,6	8,5076	—	—	pos.	15,9°
Juni	16,1	1,00087	307,2	8,6656	—	—	pos.	20,8°
Juli	16,2	1,00097	300,3	8,4702	370,4	7,5537	pos.	22,1°
August	16,2	1,00117	316,88	8,9387	353,9	7,2177	pos.	16,3°
September	12,2	1,00101	318,63	8,9886	353,9	7,2177	pos.	11,7°
Oktober	12,0	1,00100	329,98	9,3084	353,9	7,2177	neg.	7,9°
November	16,1	1,0006	309,7	8,734	376,6	7,840	neg.	2,25°
Dezember	17,3	1,0013	340,41	9,599	382,7	7,967	neg.	2,2°
1913								
Januar	—	—	318,3	8,9757	—	—	neg.	2,25°

Tabelle VI.

In 1 Liter Seewasser waren enthalten:

Ort	Gelöster Sauerstoff	Freie Kohlensäure	Gebundene Kohlensäure			Temperatur
Seemitte vor Aseleben	ccm	ccm	Litermilligramme	Millimol	Milligr.-Aequiv.	C°
0 m	6,04	—	257,9	4,2273	4,2273	11,3
1/2 m	5,76	—	—	—	—	11,3
1 m	6,56	—	—	—	—	11,3
3 m	6,96	—	—	—	—	11,3
5 m	5,46	—	—	—	—	11,25
7 m	5,10	—	274,5	4,5000	4,5000	11,25
Mitte B IV Wormsleben	5,87	—	—	—	—	11,3
Vor Einfluß Böse Sieben	5,62	—	274,5	4,5000	4,5000	11,25
Mitte B I Seeburg	5,90	—	—	—	—	11,0

Tabelle VII.

Bindersee: Oberflächenwasser geschöpft in der Mitte des Sees.

	Litermilligramme	Millimol	Milligrammaequivalente	Aequivalent-%
Kationen				
Kaliumion, K'	28,9	0,7385	0,7385	4,4 } 44,2
Natriumion, Na'	154,4	6,7150	6,7150	39,8 }
Calciumion, Ca''	102,2	2,5520	5,1040	30,2 } 54,4
Magnesiumion, Mg''	49,8	2,0474	4,0948	24,2 }
Aluminiumion, Al'''	2,1	0,0783	0,2349	1,4
			16,8872	100,0
Anionen				
Chlorion, Cl'	266,0	7,5014	7,5014	44,42
Sulfation, SO_4''	349,8	3,6412	7,2824	43,12
Hydrokarbonation, HCO_3'	128,3	2,1034	2,1034	12,46
			16,8872	100,00
Jonensumme	1081,5	25,3772		
Kieselsäure, H_2SiO_3	13,0	0,1658		
Summe des Gelösten	1094,5	25,5430		
Abdampfrückstand gefunden	1002,0			
» berechnet	1026,3			
Leitfähigkeit $K_{18} = 14,057 \times 10^{-4}$				

an der Einflußstelle der Bösen Sieben und in Bucht I geschöpft. Die Resultate sind in Tab. VI niedergelegt.

Zur Zeit der Probeentnahme war freie Kohlensäure im See nicht vorhanden, da das Wasser gegenüber Phenolphtaleïn leicht alkalisch war. Die gebundene CO_2 wurde sofort nach der Entnahme mit $^1/_{10}$ Salzsäure und Methylorange als Indikator bestimmt. Darnach war der Gehalt an Hydrokarbonation (HCO_3') über dem Grunde und an dem Einfluß der Bösen Sieben am größten. Im freien Wasser stieg er von 257,9 (Oberfläche) auf 274,5 Litermilligramme (Boden). Der Sauerstoff war in den oberen Schichten 0—3 m in größerer Menge als in den tieferen Schichten 5—7 m enthalten, ebenso war das Oberflächenwasser der pelagischen Zone des offenen Sees sauerstoffreicher als dasjenige der Buchten. In diesen litoralen Gebieten konnte in den Sommermonaten ein größeres Defizit an diesem Gase wahrgenommen werden.

Binder-See.

Einen ähnlichen Salzgehalt wie der Mansfelder See weist der benachbarte Binder See auf, welcher eine Einbruchsstelle des ehemaligen Salzigen Sees darstellt. Der Rückgang des Salzgehaltes hat sich dort in geringerem Maße vollzogen. Da ich dieses Wasserbecken in dem biologischen Teil der Arbeit des öfteren zum Vergleich herangezogen habe, so sei auch die chemische Beschaffenheit dieses Seewassers angeführt. Es stimmt qualitativ vollständig mit den Analysen des Mansfelder-Seewassers überein, nur in den Mengenverhältnissen der gelösten Salze zeigt es geringe Unterschiede (Tab. VII).

II. Teil.

Biologie des Mansfelder Sees.

Vorbemerkung: Geschichtliches über Planktonuntersuchungen des Sees und allgemeiner Charakter der Litoral- und Bodenfauna.

Die faunistischen Berichte, die von diesem See bis jetzt vorgelegen haben, beziehen sich nur auf den planktonischen Inhalt desselben und haben kein tieferes biologisches Interesse. Die Abgelegenheit und die schlechten Bootsverhältnisse mögen dazu beigetragen haben, daß man diesem interessanten Gewässer selbst in neuester Zeit in faunistisch-biologischer Beziehung nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet hat.

Die ersten Angaben verdanken wir Zacharias. In der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Wiesbaden 1887 berichtet er über die »Ergebnisse einer faunistischen Exkursion«, die

er im Juli desselben Jahres an die beiden Salzseen unternommen hat[1]. Sie ist dadurch interessant, daß ZACHARIAS dieselben Planktonarten des Salzigen Sees auch in dem jetzigen Mansfelder See feststellen konnte. Ferner fiel ihm schon damals hier die geringe Reichhaltigkeit der Fauna an Arten bei ungeheuren Individuenmengen im Vergleich mit holsteinischen, mecklenburgischen und westpreußischen Wasserbecken gleicher Größe und Tiefe auf.

Später erwähnen SCHMEIL[2] (1892) und WAGLER[3] (1912) den See in ihren Arbeiten als Fundort verschiedener Copepoden- bzw. Cladocerenspezies. WEIGOLD[4] (1908) führt ein massenhaftes Vorkommen von *Leydigia Leydigii* (SCHÖDLER) in den von ihm im Schilfgürtel gemachten Fängen an. Hierauf beschränkt sich die Literatur über das tierische Plankton des Sees.

Über die pflanzlichen Mikroorganismen, soweit sie als Nahrung der Planktozoen in Betracht kommen, liegen keine Angaben vor. ZACHARIAS berichtet von einem »ziemlichen Reichtum an niederen pflanzlichen Individuen«. Als negativen Charakter gibt er das Fehlen von Flagellaten an und erklärt diese Erscheinung durch die chemische Zusammensetzung des Seewassers. Zu dieser Ansicht wurde er sicherlich durch die Unzulänglichkeit der damaligen Methodik geführt. Meine eigenen Angaben, auf vollkommenerer Arbeitsweise fußend, haben das Gegenteil ergeben.

Litoral- und Bodenfauna.

Leider konnte die Litoral- und Bodenfauna nicht in dem Maße, wie anfänglich beabsichtigt war, in den Gang der Beobachtung einbezogen werden. Ihre Darstellung soll sich in der Hauptsache auf diejenigen Formen beschränken, die regelmäßig an der Grenze dieser beiden biologischen Bezirke beobachtet wurden und von hier aus gelegentlich in die Planktonregion vorstießen.

Die litorale Zone des Sees ist auf den Schilfgürtel von *Phragmites communis* Tr. beschränkt. Sie entbehrt jeder weiteren Besiedelung einer Sumpf- und Wasserpflanzenwelt. Die für norddeutsche Seen

---

[1] ZACHARIAS, O., Ergebnisse einer faunistischen Exkursion an den süßen und salzigen See bei Halle a. S. Tageblatt d. 60. Versammlg. Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden, 1887.

[2] SCHMEIL, O., Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. Bibl. Zoologica. Bd. IV und VIII. 1892 u. 1895/98.

[3] WAGLER, E., Faunistische u. biologische Studien an freischwimmenden Cladoceren Sachsens. Bibl. Zoologica. CHUN-Festschrift, 1912.

[4] WEIGOLD, Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. Int. Rev. d. gesamt. Hydrogr. u. Hydrobiol. Bd. III. 1910/11.

so bezeichnenden submersen Gewächse *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Polygonum* und *Ceratophyllum* usw. fehlen hier. Das reich entwickelte Schilfrohr hat mit seinem weit ausgreifenden Rhizom diese Pflanzenformationen bereits verdrängt. Der Seeboden ist zwischen den *Phragmites*-Beständen verschlammt und reichlich durchsetzt von organischem Detritus. Infolge dieser monotonen Ufervegetation findet sich eine sowohl in quantitativer wie qualitativer Beziehung nur ärmlich entwickelte spezifisch litorale Tierwelt vor.

In vereinzelten Exemplaren wurden in den Fängen folgende Vertreter der Uferfauna vorgefunden:

Rotatorien:

Rotifer vulgaris Schrk., *Diaschiza grazilis* Ehrbg., *Brachionus urceolaris* O. F. M., *Notholca acuminata* Ehrbg., *Pompholyx sulcata* Gosse, *Metopidia lepadella* Ehrbg., *Rhinops vitrea* Gosse.

Cladoceren:

Ceriodaphnia pulchella Sars., *Alona quadrangularis* O. F. M.

Copepoden:

Cyclops bicuspidatus Claus, *Cyclops viridis* Jur., *Cyclops languidus* Sars., *Cyclops serrulatus* Fischer.

Ostracoden:

Cypris fuscata Jur., *Notodromas monacha* O. F. M.

Insektenlarven und Wassermilben waren in den Stocknetzfängen nur sporadisch nachweisbar[1].

In überwiegender Anzahl kamen im sommerlichen Benthos stets *Chydorus sphaericus* O. F. M. und *Leydigia Leydigii* vor. Letztere Form ist im allgemeinen nicht sehr verbreitet und nur selten in dieser Menge vorhanden. Regelmäßig mischten sich die bathylimnetischen Planktonten der pelagischen Zone zur Zeit ihres Auftretens der Uferfauna bei. *Bosmina longirostris* O. F. M., *Polyarthra platyptera* Ehrbg., *Anuraea aculeata* Ehrbg., *Anuraea cochlearis* Gosse konnten an den schilfbe-

---

[1] Von meinem Kollegen Herrn Cand. rer. nat. Willy Schuster wurden zur Zeit der Drucklegung dieser Arbeit auf einer Exkursion an den See in den litoralen Distrikten einige Oligochaeten aus der Familie der Naiden konstatiert. Es sind die Arten: *Chaetogaster diaphanus* Gruith., *Chaetogaster diastrophus* Gruith., *Nais pardalis* Piguet, *Dero obtusa* Udek. und *Stylaria lacustris* L. Während die ersteren Naiden in ungeschlechtlicher Vermehrung durch Teilung vorgefunden wurden, konnten von *Stylaria* 3 geschlechtsreife Exemplare angetroffen werden. Bemerkenswert ist ferner noch, daß im Bindersee dieselben Arten festgestellt wurden und außerdem noch 2 Exemplare von *Nais Bretscheri* Michlsn., deren Vorkommen bisher nur aus der Schweiz bekannt war.

wachsenen Stellen das ganze Jahr über zahlreich aufgefischt werden. Sie verhielten sich in ihrem Erscheinen und Verschwinden in der pelagischen und litoralen Zone analog. Zeitweise waren diese Rotatorien in den Plankton- wie in den Uferfängen in fast gleicher Individuenmenge anwesend. *Scapholeberis mucronata*, von WAGLER aus diesem Gewässer angeführt, konnte nie erbeutet werden. Ebenso sind die in der Faunenliste von ZACHARIAS erwähnten Litoralformen in der Hauptsache wohl dem Salzigen See zuzurechnen.

Charakteristisch für den Mansfelder See ist das Vorkommen des typischen Brackwasserpolypen *Cordylophora lacustris* Allm., der hier auffällig kurze Tentakel aufweist. Er bildet in einer Tiefe von etwa 1/2 m an den älteren Schilfstengeln dichte Kolonien und ist an den Stellen zu finden, die stärkerem Wellenschlage ausgesetzt sind. Er kommt zusammen mit *Plumatella reptans* und zahlreichen Stöcken von *Euspongilla lacustris var. ramosa* vor. Individuen von *Cristatella mucedo* L. waren nicht selten.

Da Mitteldeutschland außerordentlich arm an größeren Wasseransammlungen ist, so machen die Wasservögel auf ihrem Zuge nach dem Süden und umgekehrt hier häufig Station. Auch bietet das Phragmitetum günstige Bedingungen für eine Ansiedelung dar. Der Ornithologe findet deshalb an diesem See eine seltene Vogelfauna[1] vor.

Auf den angrenzenden Ufern, wo das Salz durch beständige Verdunstung in stärkerer Konzentration enthalten ist, hat sich neben einer reichen und interessanten Halophytenflora[2] eine eigene Coleopterenwelt eingebürgert.

Den Seegrund habe ich keiner eingehenden Untersuchung unterzogen. Der schlammig-tonige Bodenabsatz, welcher infolge zahlreicher verwesender organischer Substanzen einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff aufweist, bietet wahrscheinlich schlechte Lebensbedingungen für die Entwicklung grundbewohnender Organismen. Die dem Litoral angehörende Form *Leydigia Leydigii* konnte auch hier neben *Amoeba limax* Duj., verschiedenen Nematoden und spärlichen Insektenlarven mit der Schlammdredsche nachgewiesen werden. *Cyclops fimbriatus* Fischer wurde vereinzelt in der Seeburger Bucht angetroffen.

Der Bodenschlick enthält in der Uferzone zahlreiche, mitunter

[1] Hierbei möchte ich auf die Sammlung des bekannten Ornithologen Pfarrer KLEINSCHMIDT in Dederstedt aufmerksam machen.

[2] EGGERS, H., Verzeichnis der in der Umgeb. von Eisleben beobachteten wildwachsenden Gefäßpflanzen. Eisleben, 2. Aufl.

seltene Bacillariaceen, die sich teilweise auch in den Planktonfängen aus der Tiefenschicht vorfanden. Herr REICHELT-Leipzig hatte die Freundlichkeit, eine Schlammprobe einer genaueren Durchsicht zu unterziehen. Er konnte darin 38 Arten[1] feststellen, von denen das Vorhandensein von *Campylodiscus bicostatus* Ehrbg. und *Nitzschia paradoxa* Grun. bemerkenswert ist, weil diese Algen bisher nur aus salzhaltigen Gewässern bekannt geworden sind.

A. Spezielle Betrachtung des Planktons.

1. Methode der Untersuchung.

Zur Beschaffung des Planktonmaterials dienten als quantitative Fangapparate Pumpe, Schöpfflasche, Zentrifuge und Filter. Es ist schon genügend in der Literatur über diese neueren Fangmethoden geschrieben worden, so daß jede weitere Auseinandersetzung gespart werden kann. Erwähnen möchte ich nur, daß ein quantitatives Arbeiten in einem See, der in den Sommermonaten eine überaus reich entwickelte Wasserblüte besitzt, erst durch Einführung der Pumpe in die Planktontechnik ermöglicht wurde.

Ich benutzte eine Saug- und Druckpumpe mit Klappenventilen, die auf einem hölzernen Dreifuß befestigt war und pro Minute 60 l Wasser förderte. Als Schlauch verwandte ich einen Gummischlauch von 30 mm Lichtweite mit Spiraleinlage. Sein unteres Ende trug einen Trichter von 25 cm Durchmesser und 20 cm Länge. Er hatte den Zweck, die Organismen besser zur Schlauchöffnung zu leiten, indem er die ganze durch verschiedene Stromintensität sich auszeichnende Saugzone einschloß. Damit sollte einem Nachteil dieser Methode abgeholfen werden, den ihre Gegner immer wieder hervorheben. Das schwere eiserne

[1] *Amphora ovalis* Kütz, *Amphora pediculus* Grun. auf *Nitzschia sigmoidea* sitzend, *Cymbella lanceolata* Heib., *Cymbella tumida* Bréb., *Encyonema ventricosum* Ehrbg., *Pinnularia viridis* Kütz, *Pinnularia maior* Kütz, *Navicula cryptocephala* Kütz, *Navicula radiosa* Kütz, *Navicula cuspidata* Kütz, *Navicula sculpta* Ehrbg., *Navicula gracilis* Kütz, *Navicula anglica* Ralfs, *Pleurosigma attenuatum* W. Sm., *Cocconeis pediculus* Ehrbg., *Cocconeis placentula* Ehrbg., *Gomphonema olivaceum* Kütz, *Rhoicosphenia curvata* Grun., *Epithemia Westermanni* Kütz, *Epithemia sorex*, *Rhopalodia ventricosa* O. F. Müll., *Synedra ulna* Ehrbg., *Synedra delicatissima* W. Sm., *Cymatopleura hibernica* W. Sm., *Cymatopleura elliptica* W. Sm., *Cymatopleura solea* var. *apiculata* W. Sm., *Nitzschia circumseta* Grun., *Nitzschia sigmoidea* W. Sm., *Nitzschia sigma* W. Sm., *Nitzschia hungarica* Grun., *Nitzschia* (*Bacillaria*) *paradoxa* Grun., *Campylodiscus clypeus* Ehrbg., *Campylodiscus echeneus* Ehrbg., *Campylodiscus bicostatus* Ehrbg., *Surirella splendida* Ehrbg., *Surirella striatula* Ehrbg., *Melosira varians* Ag., *Cyclotella Meneghiniana* Kütz (pelagisch).

Saugventil, an das der Trichter geschraubt war, diente zugleich als Gewicht für den Schlauch. Der Ausfluß der Pumpe wurde in einen eigens für diese Untersuchungen konstruierten weiten Filtrator aus MÜLLER-Gaze Nr. 25 geleitet, aus dem das Wasser in ein großes kalibriertes Zinkgefäß floß. Der Rückstand aus dem Filtrator wurde in graduierten Gläsern gesammelt und sofort durch Zusatz von Formol fixiert.

Die Untersuchungen wurden in Gestalt von Stichproben und Stufenfängen in einem Zeitintervall von je 10 Tagen ausgeführt. Es wurden für das Netzplankton 20 l Wasser aus den folgenden Schichten gepumpt:

Oberfläche — $^1/_2$ m
1 m — 2 »
2 » — 4 »
4 » — 6 »
6 » — Grund.

Die saugende Öffnung des Trichters wurde während des Fanges gleichmäßig und langsam durch die betreffende Wasserregion geführt. Aus denselben Tiefen wurden alle 4—5 Tage Wasserproben von 1 l mit der MAYERschen Schöpfflasche für das Zentrifugenplankton entnommen. Sie mußten sofort in besonderen Zinkblechcylindern vor intensiver Belichtung und durch nasse Tücher vor starken Temperaturschwankungen geschützt werden. Schon ein kurzes Stehenlassen dieser Schöpfproben ohne jene Schutzmittel brachte Veränderungen in der Quantität und Qualität dieser zarten Protisten mit sich.

Je 10 ccm Seewasser wurden am Ufer 10 Minuten lang zentrifugiert, womit ich eine vollkommene Sedimentation erreichte. Es stand mir zu diesem Zwecke eine Handzentrifuge zur Verfügung mit 3500—4000 Umdrehungen pro Minute[1].

Die Filtriermethode (gehärtete Faltenfilter der Firma SCHLEICHER u. SCHÜLL) kam nur für die Kolonien der wasserblütebildenden Algen, welche sich nicht zentrifugieren lassen, zur Verwendung. Für das Zentrifugenplankton werden durch Filtrieren, wie WOLTERECK schon in Lunz gezeigt hat, keine brauchbaren Werte erzielt. Die in unzähligen Mengen auftretenden jungen *Microcystis*-Stadien und die Alge *Pleurococcus punctiformis*, ebenso wie Schwärmsporen und die *Cyclotella*

[1] Diese Zentrifuge »Medico G« mit doppeltem Antrieb von der Fa. HUGERSHOFF, Leipzig, eignet sich sehr gut zu derartig planktologischen Arbeiten an abgelegenen Gewässern, wo man weder die bequemere Turbinen- noch Elektromotorzentrifuge verwenden kann. Bei Handzentrifugen von geringer Tourenzahl ist bedeutend längere Zentrifugierdauer nötig!

hyalina konnte ich nur in unkenntlichem Zustande und in verhältnismäßig geringer Anzahl nachweisen.

Die Fänge wurden vor Aseleben an der tiefsten Stelle des Sees ausgeführt. Die Lage derselben war durch Boje markiert (cf. Karte ⊠). Die Entnahme der Proben geschah über ein Jahr lang regelmäßig in den festgesetzten Zeitintervallen vom verankerten Boote aus. Ungünstige Wind- und Eisverhältnisse zwangen mich, in den Monaten Januar, Februar und November, Dezember 1912 geringe Einschränkungen in den programmäßigen Fahrten eintreten zu lassen.

Das gewonnene Material wurde auf dem Zähl-Objektträger, bez. der Zählplatte einer genauen qualitativen und quantitativen Bestimmung unterworfen [1]. Die hohen Individuenzahlen erschwerten die Zählung ganz beträchtlich. Es durften trotzdem die verarbeiteten Wassermengen nicht noch weiter reduziert werden, um daraus entstehenden Fehlerquellen vorzubeugen.

Das Zentrifugensediment wurde je nachdem auf $^3/_{10}$ bis 2 ccm verdünnt und möglichst gleichmäßig verteilt. Dieser Menge wurde ein Flüssigkeitsquantum von $^1/_{25}$ ccm entnommen und auf die in ihm vorhandenen Individuen durchgezählt (Vergrößerung 500, Leitz Obj. 5, Ok. 4). Es wurden von jedem Einzelversuch jeder Versuchsserie zwei bis drei Stichproben durchgezählt, der Durchschnitt bestimmt und auf das Ganze zurückgeschlossen. Mitunter mußte eine Betäubung der Organismen durch Osmiumdämpfe oder Chloralhydrat vorgenommen werden.

Die quantitativ-qualitative Analyse des Netzplanktons wurde in analoger Weise ausgeführt. Das Flüssigkeitsvolumen, auf das die Probe nach ein- bis zweitägiger Sedimentation gebracht wurde, schwankte je nach der Individuenmenge zwischen 3—8 ccm, sodaß möglichst viele Planktonten gezählt wurden und auch die in geringerer Anzahl im Fange vorhandenen eine genaue Berücksichtigung erfahren konnten. Es wurden $^1/_2$ ccm von dem Gemische mittels Meßpipette auf die Zählplatte gebracht (Vergrößerung 56, Leitz Obj. 2, Ok. 4) und die Tiere in Zählprotokollen eingetragen. Von den nur in geringer Anzahl vorhandenen Exemplaren wurde der ganze Fang durchgezählt.

Berücksichtigt wurden sämtliche lebende Zooplanktonten des Sees, wobei auch Alterszustände und sexuelle Verhältnisse qantitativ festgelegt wurden. Eine Unterscheidung war hier oft mit Schwierigkeiten verbunden. Bei dem Zentrifugenplankton wurden nur die plasma-

[1] Zur Untersuchung wurden teilweise der bewegliche Zähltisch (Zwickert, Kiel) und das Zählmikroskop nach Hensen benutzt.

erfüllten Exemplare der Bacillariaceen in die Zählung einbezogen. Die leeren Schalen fanden keine Berücksichtigung. *Cyclops strenuus* und *Cyclops Leuckarti*, ferner sämtliche Jugendstadien der Copepoden wurden in je einer Kategorie zusammengezählt, da eine genaue Unterscheidung der einzelnen Arten bei der ohnehin schon langwierigen Zählarbeit nicht durchführbar war.

2a. Zusammensetzung des Netzplanktons.

Planktonliste.

Rotatorien.

Anuraea aculeata Ehrbg.
Anuraea cochlearis Gosse.
Polyarthra platyptera Ehrbg.
Triarthra terminalis Plate var. *maior* nov. var. (Colditz).
Brachionus angularis Gosse var. *bidens* Plate
Brachionus pala Ehrbg.
Asplanchna priodonta Gosse.
Asplanchna brightwelli Gosse.
Synchaeta pectinata Ehrbg.

Cladoceren.

Daphnia longispina O. F. M. var. *longispina-galeata.*
Diaphanosoma brachyurum Liév.
Bosmina longirostris O. F. M.
Chydorus sphaericus O. F. M.
Leydigia Leydigii Schödler.

Copepoden.

Diaptomus salinus Daday.
Cyclops strenuus Fischer.
Cyclops Leuckarti Claus.

Diese Übersichtstabelle zeigt, daß die Planktonfauna des Mansfelder Sees nicht so mannigfaltig ist, wie diejenige der norddeutschen Wasserbecken von gleicher Größe und Tiefe. Es fehlen hier viele Formen, welche in allen kleineren und größeren Gewässern dort angetroffen werden. Die vorhandenen Planktonten sind sämtlich Vertreter des reinen Süßwassers, bieten aber durch ihren geringen Artenreichtum bei auffallend hohen Individuenzahlen Anklänge an die Brackwasserfauna dar. Sicherlich haben die Schwankungen des Salzgehalts auf die Entwicklung der empfindlicheren Organismen nachteilig gewirkt und sich nur solche Formen erhalten, bzw.

neu angesiedelt, welche sich den erheblichen Veränderungen dieser Lebensbedingungen anzupassen vermochten. Das vorstehende Verzeichnis zählt neun Arten Rotatorien auf, wovon ZACHARIAS nicht eine anführt, fünf Arten Cladoceren, die durch diesen Forscher, ferner durch WAGLER und WEIGOLD aus dem Wasserbecken bekannt sind und drei Copepodenspezies. SCHMEIL erwähnt nur *Cyclops Leuckarti* und *Diaptomus salinus.* Es ist jedoch wahrscheinlich, daß er auch *Cyclops strenuus,* über den er keine speziellen Fundorte angibt, und den ich als Hauptrepräsentanten der pelagischen Cyclopiden des Sees nachweisen konnte, hier vorgefunden hat.

2b. Biologische und morphologische Bemerkungen zu den Planktonten mit besonderer Berücksichtigung der Periodizität.

Die Beobachtung der einzelnen Netzplanktonspezies hat in diesem Gewässer verschiedene Abweichungen von den Funden aus andern Seen ergeben. So zeigten die Individuen in ihrem jahreszeitlichen Auftreten hier teilweise ein andres Verhalten. Da die Periodizitätsverhältnisse der einzelnen Planktonten noch keineswegs geklärt sind, sei mir gestattet, im Folgenden etwas näher darauf einzugehen. Einen raschen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Zähltabellen geben die LOHMANNschen Kugelkurven[1], auf welche ich in betreff der genaueren Daten bei diesen quantitativ-vergleichenden Studien hinweisen möchte.

Rotatorien.

Diese überwogen im Plankton nach Anzahl der Arten. *Anuraea aculeata* und *Polyarthra platyptera* konnten während des ganzen Jahres festgestellt werden. *Anuraea cochlearis*, *Brachionus angularis* var. *bidens* und *Asplanchna priodonta* waren wenige Monate nicht nachweisbar, womit nicht gesagt sein soll, daß diese Rotatorien fehlten, sondern nur, daß sie sich infolge ihrer geringen Individuendichte der Beobachtung entzogen. *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata* und *Asplanchna brigthwelli* wurden sonderbarerweise nur wenige Wochen in wahrnehmbarer Menge vorgefunden. *Triarthra terminalis* var. *maior* war in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten im Plankton anwesend.

Anuraea aculeata (Fig. 3). Die höchste Individuenzahl wurde Ende Februar unter dem Eise erreicht (29./II. Mittelwert 23 700)[2]. Eine weitere maximale Entfaltung konnte Mitte Juli (22./VI. Mittel-

[1] Cf. Erklärung zu den Planktonkurven S. 629.

[2] Mittelwert für die Individuendichte in 20 Liter Seewasser, berechnet zum Vergleiche mit den Fangzahlen aus anderen Gewässern.

wert 3300) und Mitte September (19./IX. Mittelwert 1700) beobachtet werden. *Anuraea* ist in den meisten Seen Sommerform (Plöner-, Dobersdorfer See). Nur Lauterborn erwähnt sie im Winter »sehr häufig in allen Gewässern«. In den Lauerschen Teichen in der Nähe von Leipzig fällt das Maximum in den Mai. Die Sommerindividuen waren kleiner als diejenigen des Winters. Die Länge der Mediandornen variierte zwi-

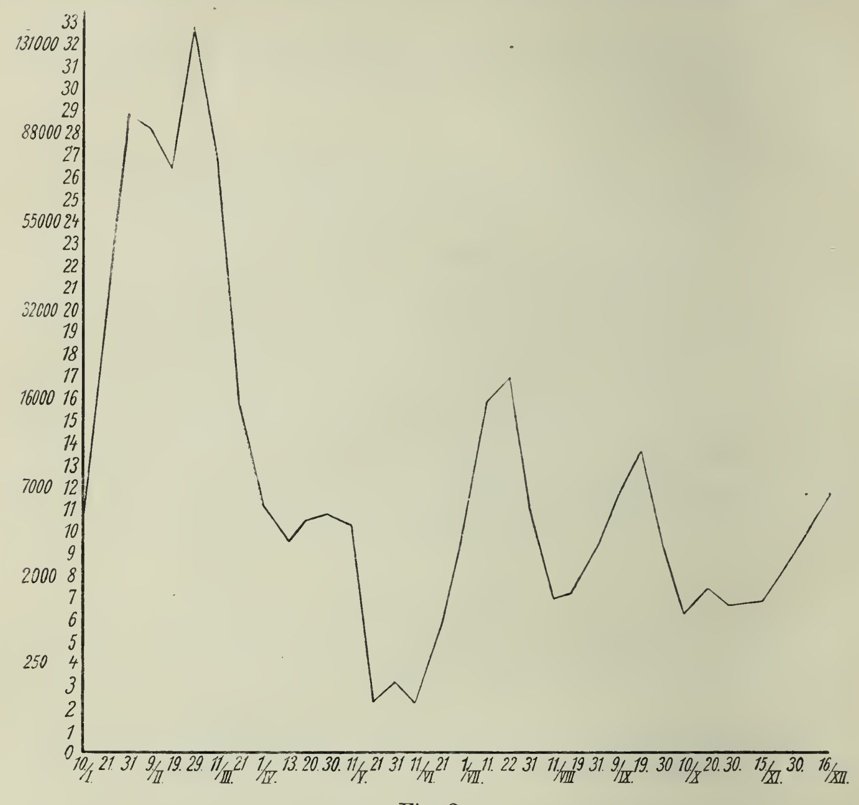


Fig. 3.

Jahrescyclus von *Anuraea aculeata* Ehrbg.

schen 34 und 45 μ, die Panzerlänge zwischen 125 und 160 μ, die Breite des Panzers zwischen 80 und 108 μ, die Länge der Hinterdornen zwischen 79 und 100 μ.

Polyarthra platyptera (Fig. 4) wies zwei dicht aufeinanderfolgende Hauptmaxima im Mai (21./V. Mittelwert 7200) und Juni (21./VI. Mittelwert 13500), ein kleines Nebenmaximum im Juli und eine dritte stärkere Entfaltung im September-Oktober auf (30./X. Mittelwert 4300). Die Zahlen von Mitte Dezember bis Anfang Mai lassen eine

deutliche Minimumperiode erkennen. Nach der Literatur ist von diesem Rädertier in Seen nur e i n jährliches Maximum bekannt. Es liegt im Oberen Zürichsee und Katzensee im September, Neuenburger und

Fig. 4.

Jahrescyclus von *Polyarthra platyptera* Ehrbg.

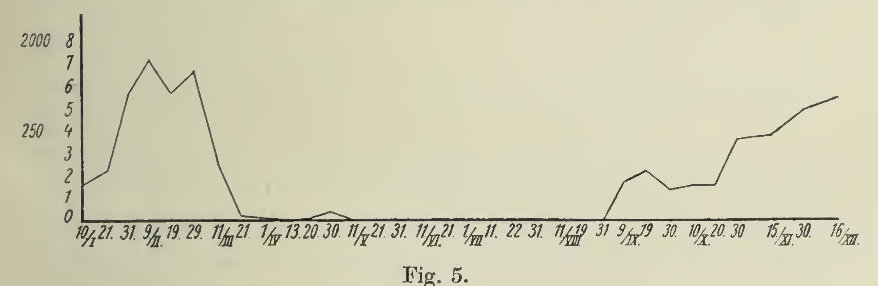


Fig. 5.

Jahrescyclus von *Triarthra terminalis* Plate var. *maior* nov. var.

Montiggler Seen im Juni, Plöner-, Dobersdorfer- und Vierwaldstättersee im Juli und August. Im Greifensee und Luganer See fehlt *Polyarthra* in den Wintermonaten.

Triarthra terminalis var. *maior* nov. var. (Fig. 5) ist ein ausgesprochener Winterplanktont. Von Anfang Mai bis Ende August war er

nicht nachweisbar, die maximale Produktion erreichte er im Februar (9./II. Mittelwert 250). Er unterscheidet sich von *Triarthra terminalis*, die nur aus wenigen Wasserbecken bekannt ist (Czardamerower See in Pommern, Gewässer in der Nähe von Bonn), durch die Größe der Form, zeigt aber mit ihr Übereinstimmung bezüglich der Inserierung des Hinterdornes und der kaum wahrnehmbaren Zähnelung der Vorderdornen (Fig. 6). In der Größe gleicht diese *Triarthra* vollkommen der *Triarthra longiseta* Ehrb. Messungen an zahlreichen Individuen ergaben im Mittel folgende Dimensionen:

Körper	162 μ
Seitliche Borsten	387 μ
Hintere Borste	325 μ.

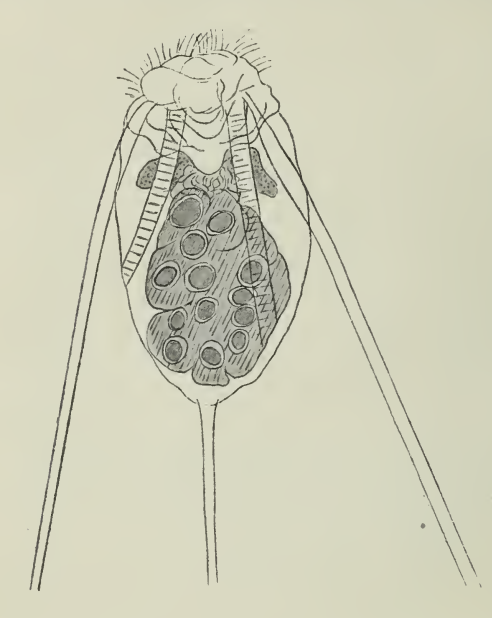


Fig. 6.
Triarthra terminalis Plate var. *maior* nov. var.
Vergr. 290.

Triarthra longiseta tritt im Gegensatz zu jener Art hauptsächlich im Sommer auf. Im Plöner See kam sie in bedeutenderen Mengen nur in den Monaten Juni bis November, im Luganer See vom Mai bis Juni vor. In den Lauerschen Teichen fehlte sie im Winter vollkommen. Die Periodizität von *Triarthra terminalis* Plate ist leider nicht genauer bekannt. Ob in der *Triarthra* des von mir untersuchten Gewässers eine Übergangsform von *Tr. terminalis* zu *Triarthra longiseta* vorliegt, kann ich nicht entscheiden. Wahrscheinlich kommt diese Form auch noch in anderen Gewässern vor, ist aber bisher einfach mit *Tr. longiseta* identifiziert worden.

Brachionus angularis var. *bidens* (Fig. 7) verlegte die maximale Entwicklung ebenfalls in die kälteren Monate (Januar bis Anfang Mai). Hauptmaximum am 30. April (Mittelwert 26 900), ihm ging ein Nebenmaximum am 31. Januar (Mittelwert 5900) voran. Von Mitte Mai bis Anfang September trat diese Spezies nur vereinzelt auf, im Juli konnte überhaupt kein Exemplar erbeutet werden. Eine Zunahme der Indi-

viduenzahl trat erst wieder im September ein. Dieser *Brachionus* hat in dem Plankton der Seen, soweit diesbetreffende Untersuchungen vorliegen, nie so hohe Zahlen erlangt. Er kam im Mansfelder See ausschließlich in der var. *bidens* Plate vor.

Anuraea cochlearis Gosse (Fig. 8) war im Winter nur spärlich vertreten, fehlte von März bis Mitte Juli und erreichte ihre maximale

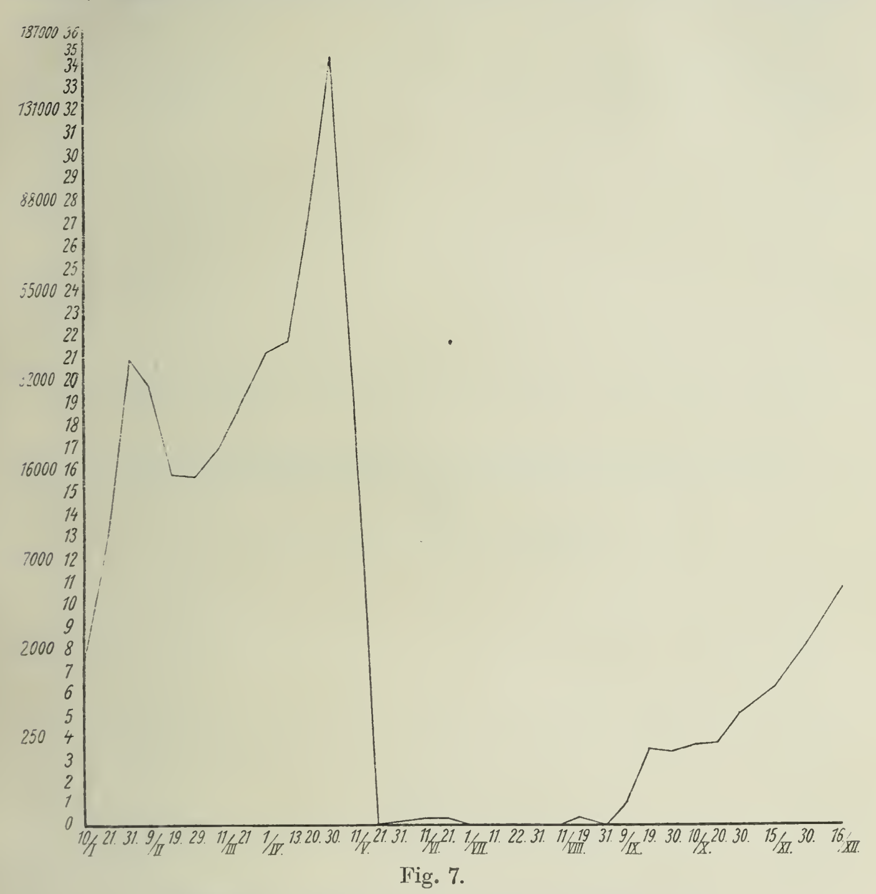


Fig. 7.

Jahrescyclus von *Brachionus angularis* Gosse var. *bidens* Plate.

Volksdichte September bis November (15./XI. Mittelwert 11 700). In ähnlicher Weise verlief die Jahreskurve im Luganer See. Aus dem Plöner-, Dobersdorfer,- Neuenburger-, Züricher See ist *Anuraea cochlearis* als typischer Sommerorganismus bekannt. Im Moritzburger Großteich bei Dresden, welcher das dem Mansfelder See am nächsten gelegene größere Gewässer ist, von dem wir etwas Näheres über die temporale Verteilung der Planktonorganismen wissen, hatte diese Art in

den kältesten Monaten ihr Maximum. Dasselbe wird aus den Montiggler Seen berichtet. Im Katzensee und Lac d'Annecy war sie im Mai am

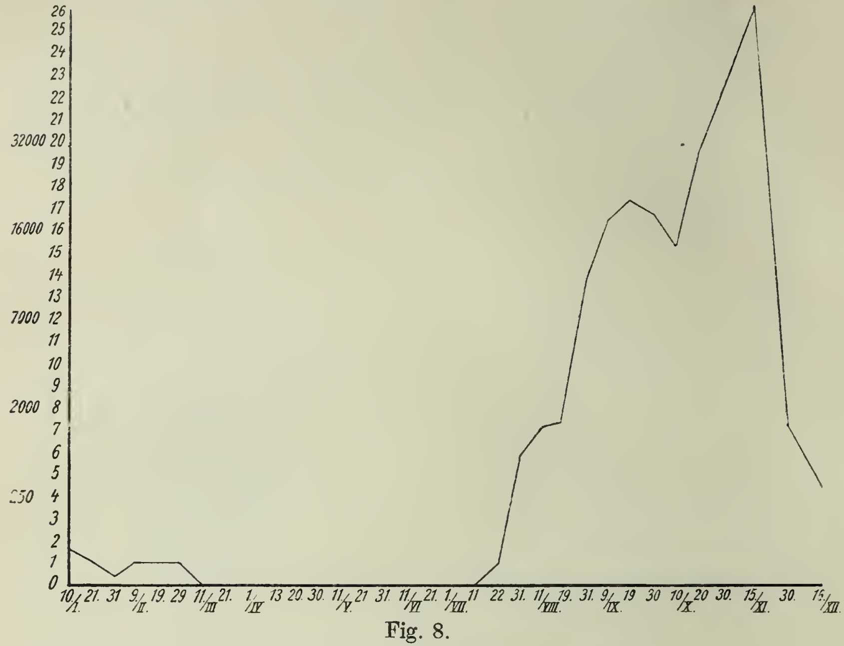


Fig. 8.

Jahrescyclus von *Anuraea cochlearis* Gosse.

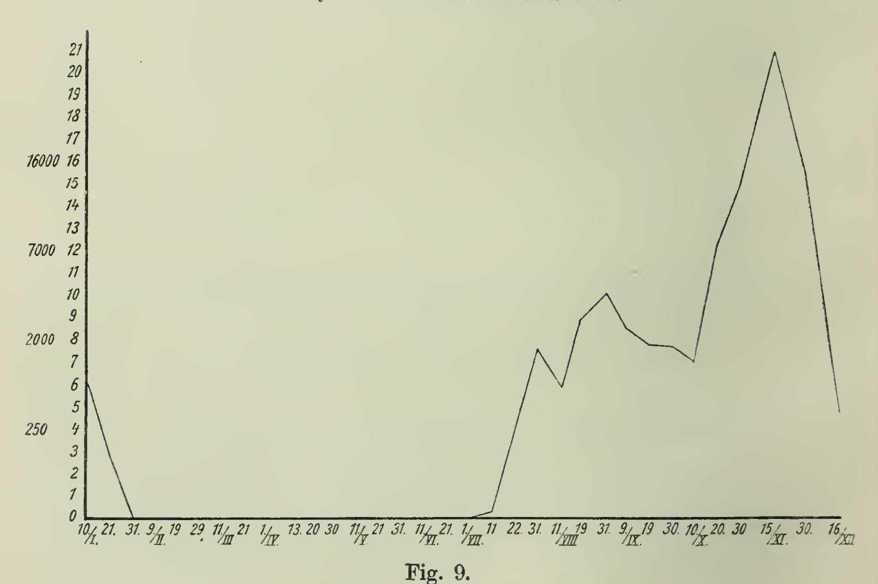


Fig. 9.

Jahrescyclus von *Asplanchna priodonta* Gosse.

zahlreichsten. Nach dem Winter zu zeigte sich im Mansfelder See bei dieser Form ebenfalls die Tendenz zur Verlängerung des Caudalstachels. Die Extreme der Mittelmasse von August- und Dezember-Individuen waren 51 μ und 72 μ.

Asplanchna priodonta Gosse (Fig. 9) erreichte im November ihre bedeutendsten Zahlen (15./XI. Mittelwert 6200). Sie war Februar—Juni im Plankton abwesend. Im September—Dezember 1911 war sie im Gegensatz zu 1912 nur vereinzelt in den Fängen enthalten. Es wurde diese Erscheinung durch die ungünstigen Nahrungsverhältnisse

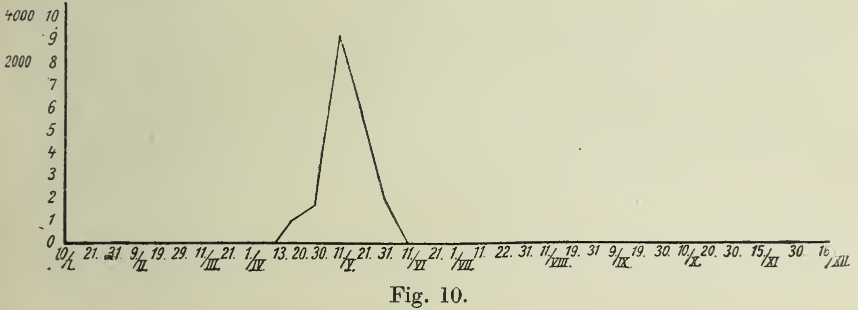


Fig. 10.

Jahrescyclus von *Asplanchna brightwelli* Gosse.

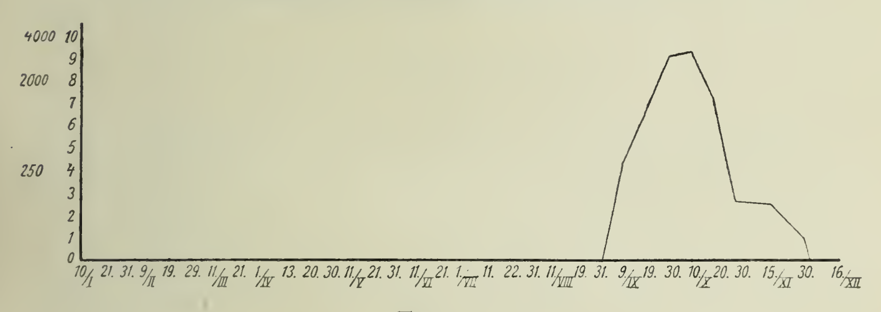


Fig. 11.

Jahrescyclus von *Synchaeta pectinata* Ehrbg.

zu dieser Zeit bedingt. *Asplanchna* gilt in vielen Seen als Leitform für das Winterplankton (Alpenseen). In Norddeutschland wurde das Maximum im Juli beobachtet. Männchen konnte ich in wenigen Exemplaren Ende Oktober nachweisen, ebenso konstatierte ich bei dieser wie bei der folgenden Art vereinzelt Latenzeier.

Asplanchna brigthwelli Gosse zeigte sich in meinen Fängen zum ersten Male Mitte April. Kurz nach ihrem Erscheinen erreichte die Kurve (Fig. 10) ihren Hochstand, aber ebenso rasch wie sich *Asplanchna* entwickelte, vollzog sich der Abfall. In den übrigen Monaten wurde

sie im Plankton nie vorgefunden. Sonderbarerweise konnte THALLWITZ das Auftreten dieser Spezies im Moritzburger Großteich zu genau derselben Zeit feststellen.

Die folgenden Rotatorien wurden ebenfalls bloß auffallend kurze Zeit beobachtet. Sie erlangten nur geringe Produktionswerte.

Synchaeta pectinata Ehrbg. (Fig. 11) war von September bis Anfang Dezember vertreten (10./X. Mittelwert 550). In den dänischen Seen, im Plöner See und in den Altwässern des Rheins ist dieser Planktont perennierend, namentlich zahlreich im Frühjahre. Dasselbe gilt von dieser Art in verschiedenen Alpenseen (Montiggler Seen). Im Katzensee und Luganer See beschränkte sich ihr Vorkommen auf die Wintermonate. FUHRMANN fand das Maximum im Neuenburger See zur Zeit der stärksten Erwärmung des Wassers, im August. Eibildung habe ich nur in beschränktem Maße feststellen können. Das Auftreten dieser Form fiel mit dem Maximum von *Cyclotella Meneghiniana* zusammen.

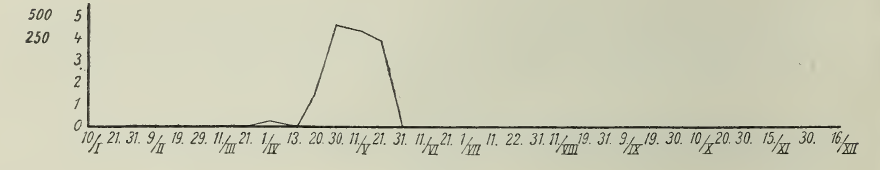


Fig. 12.
Jahrescyclus von *Brachionus pala* Ehrbg.

Brachionus pala Ehrbg. (Fig. 12) wurde im April und Mai zur Zeit der ersten Entwicklungsperiode von *Microcystis* (30./IV. Mittelwert 60) angetroffen. Im Moritzburger Großteich war dieses Rädertier ebenfalls nur jene kurze Zeit nachweisbar. In den meisten kleineren Gewässern wurde dieser *Brachionus* perennierend mit einem Frühjahrs- und Herbstmaximum vorgefunden. Er trat im Plankton stets in der typischen Form auf, während in den Uferfängen gelegentlich auch Exemplare der *forma amphiceros* (Ehrbg.) gesehen wurden.

Cladoceren.

Nur drei Formen dieser Gruppe nehmen an der Zusammensetzung dieses Seeplanktons teil. *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina* var. *longispina-galeata* hielten das ganze Jahr über aus, *Diaphanosoma brachyurum* kam nur in den Sommermonaten vor. Mit Ausnahme von *Bosmina* waren die Unterschiede der Maxima und Minima der Jahrescyklen der beiden andern Formen naturgemäß nicht in dem Maße ausgeprägt wie bei den Rotatorien.

Bosmina longirostris O. F. M. Die Netzfänge ließen ein Hauptmaximum im Mai (21./V. Mittelwert 32 500) und eine Periode maximaler Entwicklung erkennen, die Anfang Juli nach der maximalen Entfaltung von *Pleurococcus punctiformis* einsetzte und ihr Ende Anfang November erreichte (19./IX. Mittelwert 12 500). Die Kurve (Fig. 13) zeigt viele Schwankungen. Das zahlreiche Vorkommen dieses

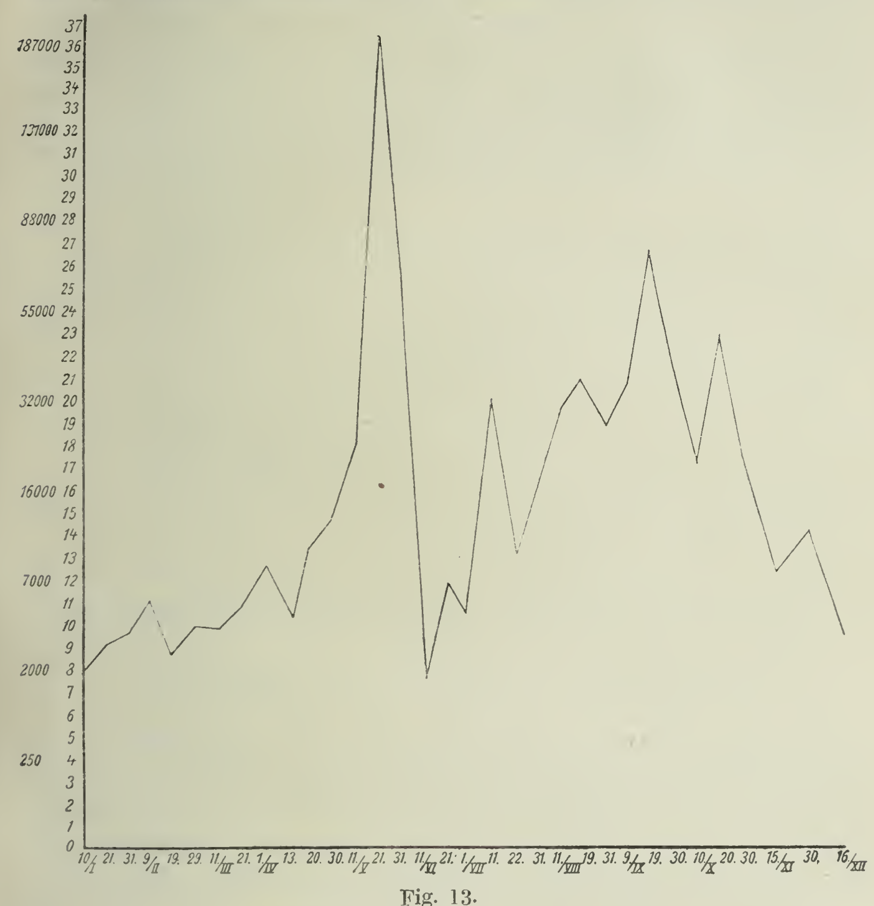


Fig. 13.

Jahrescyclus von *Bosmina longirostris* O. F. M.

Krusters im Winter beweist, daß dem Einfluß der Temperatur auf seine Periodizität keine direkte Bedeutung zukommt. Burckhardt, Bally und Brutschy berichten sogar, daß derselbe in den Alpenseen die kalte Jahreszeit bevorzugt. Im Plöner See fand Apstein ihn im Juli am häufigsten. Die Formvariation dieser Bosmine, die sich hier übereinstimmend wie in den übrigen Gewässern verhielt, wird am besten

von Wesenberg geschildert. Das Variationsmaximum der mittleren Körpergröße wurde im Mai zur Zeit der stärksten Fortpflanzung beobachtet. Die sämtlichen Fänge wiesen nur Weibchen mit Sommereiern auf, Männchen kamen vereinzelt Mitte Oktober bis Mitte November vor.

Daphnia longispina O. F. M. var. *longispina-galeata* (Fig. 14) erreichte ihre höchste Individuenzahl gleichzeitig mit *Bosmina* im Mai (31./V. Mittelwert 6100), ein zweites Maximum im Juli (1./VII. Mittelwert 1250). Sie überdauerte den Winter selbst unter dem Eise in noch beträchtlichen Mengen. Aus dem Verlauf der Jahreskurve könnte vermutet werden, daß höhere Wärmegrade die Entwicklung dieser Art

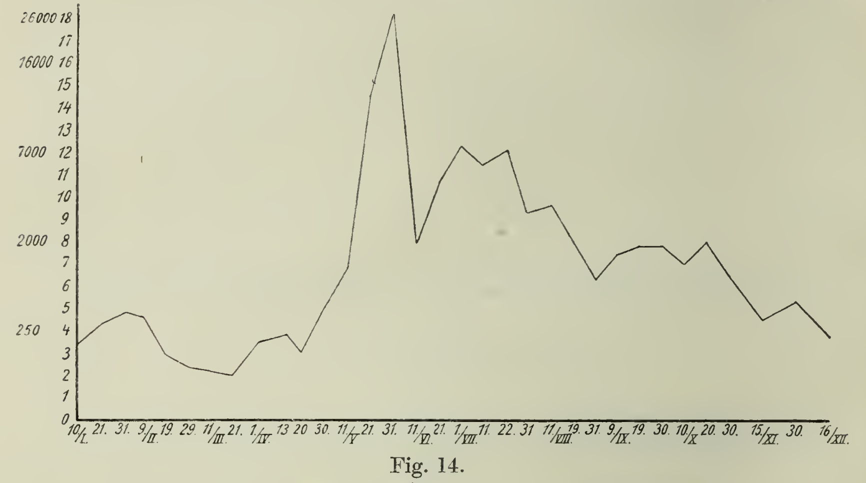


Fig. 14.

Jahrescyclus von *Daphnia longispina* O. F. M. var. *longispina-galeata.*

begünstigten. Daß diese Erscheinung noch andre Gründe hat, beweist die gleichzeitige Beobachtung der Ernährungsverhältnisse. Die geringere Individuendichte im Winter ist sicherlich nach meinen Kulturversuchen auch eine Folge des geringeren Nahrungswertes der *Cyclotella hyalina* für größere Planktonten. Ephippialweibchen fand ich nie vor, dagegen im Mai und Juni sowie im Oktober und November vereinzelte Männchen. Da ziemlich viel Material untersucht wurde, muß man annehmen, daß Ephippien in dem Beobachtungsjahre sehr wenig oder überhaupt nicht gebildet wurden. Die Männchen von *Daphnia* ebenso wie diejenigen von *Bosmina* scheinen einen Generationswechsel nicht eingeleitet zu haben. Es ist sicher nicht ausgeschlossen, daß bei diesen Formen gelegentlich in beschränktem Maße Wintereier gefunden werden. Sie haben wahrscheinlich nur infolge der Konstanz der

Lebensbedingungen im See, die in erster Linie durch die dauernd reichhaltige Nahrung geboten ist, die Gewohnheit, in regelmäßigen Intervallen Ephippien zu bilden, aufgegeben.

WAGLER hat die *Daphnia* des Mansfelder Sees in seiner Arbeit bereits kurz skizziert: »Sie zeichnet sich vor den übrigen Formen dieser Art durch fast rundes Rostrum, geringe Größe, kleinen, wenig breiten behelmten Kopf und einen winzigen Augenfleck aus, der mitunter kaum nachzuweisen ist und diese *Daphnia* der *Daphnia cucullata* sehr nahe bringt.« Ich möchte zur weiteren Charakterisierung hinzufügen, daß die Riechstäbchen der Vorderfühler am mittleren Abschnitte des Rostrums sitzen, ferner auf die konstant kleine Zahl der Abdominalkrallen (7—9) hinweisen.

Die Temporalvariationen dieser *Daphnia* waren deutlich ausgeprägt, und zwar in ähnlicher Weise wie bei der *Daphnia longispina* des Moritzburger Großteiches. Fast jedes Gewässer zeigt eine eigne Cyclomorphose dieser Art, die sich unter dem Einfluß der verschiedenen Existenzbedingungen herausgebildet hat. In neuerer Zeit wird, durch die Revision der Daphniensystematik bedingt, diesen Veränderungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Im Januar- bis Märzplankton fanden sich nur typische *longispina*-Formen mit rundem Kopf, schwach entwickelter Crista und stumpfem Rostrum vor, ebenso in der ersten Hälfte des April. Von Mitte dieses Monats an traten in wenigen Exemplaren junge Individuen hinzu, die alle helmartig zugespitzte Scheitel zeigten. Zu derselben Zeit wiesen die älteren Formen eine spitzere Gestaltung des Rostrums und eine stärkere Ausbildung des Kopfkieles auf, wodurch das Auge weiter entfernt von der Kopfkontur zu liegen kam. Das relative Verhältnis von Kopfhöhe zu Schalenlänge war im Mai zur Zeit der höchsten Abundanz am ausgeprägtesten. Juni und Juli überwogen die jüngeren *galeata*-Formen, während die ungehelmte Altersvariation zurücktrat. Nach dem Herbste zu wurde die Ausbildung der Helme schwächer. Vom Oktober ab wurden nur noch rundköpfige Formen mit geringem Auge-Scheitelabstand angetroffen. Gleichzeitig stieg das relative Verhältnis von Kopfhöhe zu Schalenlänge der erwachsenen Individuen zu einem zweiten Maximum an. Wir haben somit hier eine zweigipfelige Variationskurve. Ob ihr Verlauf nach den Beobachtungen WOLTERECKS mit den Ernährungsverhältnissen im Zusammenhange steht, konnte ohne weiteres nicht festgestellt werden. Die Individuen des Mai wiesen von allen Saisonformen die bedeutendste Größe und den beträchtlichsten Schalenumfang auf.

Da mir aus allen Monaten des Jahres Material zur Verfügung stand, so habe ich in Fig. 15 verschiedene Saisonformen dargestellt. Die Unterschiede in den Größenverhältnissen während der einzelnen Monate geben die Messungen in Tab. VIII wieder. Sämtliche in den Fängen der betreffenden Monate enthaltenen erwachsenen Exemplare wurden nach Woltereck's Meßmethode behandelt.

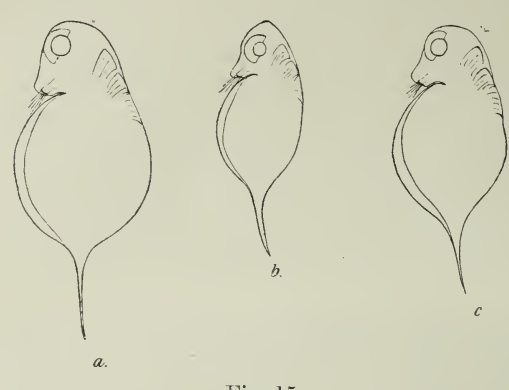


Fig. 15.
Saisonformen der *Daphnia longispina* O. F. M. var. *longispina-galeata* (Mansfelder See). Vergr. 25. *a*, Mai: *b*, August: *c*, Oktober.

Diaphanosoma brachyurum Liév. Die typische monocyclische Sommerform beteiligte sich vom Juni bis Oktober an der Zusammensetzung des Planktons. Die Jahreskurve (Fig. 16) verläuft ziemlich gleichmäßig. Am 2. Juni trat diese Sidide zum ersten Male in größerer Zahl auf, erreichte in den Sommermonaten Juli und August ihre höchsten Werte

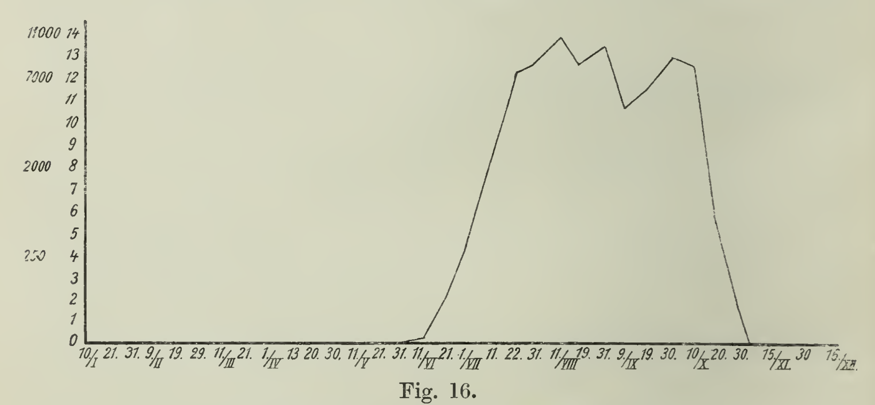


Fig. 16.
Jahrescyclus von *Diaphanosoma brachyurum* Liév.

(11./VIII. Mittelwert 1750), ein Nebenmaximum folgte Ende September (30./IX. mittl. Dichte 1450), worauf sie plötzlich aus dem Plankton verschwand. Ihr Auftreten fiel zusammen mit dem Erscheinen der Grünalge *Pleurococcus punctiformis*. In dem heißen Sommer und Herbst 1911 erreichte die Abundanzkurve von *Diaphanosoma* eine

Tabelle VIII.

Datum	1. II.	30. IV.	11. V.	21. V.	21. VI.	1. VII.	21. VII.	11. VIII.	21. VIII.	9. IX.	10. X.	20. X.	17. XI.	2. XII.
Kopfhöhe (μ)	250	325	363	300	263	225	188	231	263	275	275	294	250	250
Schalenlänge (μ)	700	812	775	713	613	613	650	588	600	588	638	681	663	700
Schalenstachel (μ)	388	475	538	438	350	388	375	365	350	375	400	413	413	412
Gesamtkörperlänge (μ)	1338	1632	1676	1451	1226	1226	1213	1184	1213	1238	1313	1388	1326	1362

Die auf die Schalenlänge 100 bezogene relative Kopfhöhe ergab:

Datum	1. II.	30. IV.	11. V.	21. V.	21. VI.	1. VII.	21. VII.	11. VIII.	21. VIII.	9. IX.	10. X.	20. X.	17. XI.	2. XII.
%	35	40	47	42	42,8	37	29	39,4	43,8	46,8	43,1	43,1	37,9	35,7

Variationsextreme des Jahres: 29 und 47.

größere Höhe, und war diese Art bedeutend längere Zeit (bis Ende November) in den Netzen nachweisbar. Ihr Entwicklungscyclus, der von der Temperatur abhängig ist, verlief ähnlich wie in den übrigen Seen. Zunächst waren nur Weibchen vorhanden, die sich parthenogenetisch fortpflanzten. Mitte September erschienen die Männchen, die bald die Weibchen an Zahl übertrafen. Zu gleicher Zeit waren letztere zur Wintereibildung übergegangen. Ende Oktober wurden nur noch Männchen gefangen. In der litoralen Zone traten erwachsene Exemplare von *Diaphanosoma* nie auf. Ebenso wird berichtet, daß diese Form in der Regel kleinere Gewässer meidet. Im Binder See, der dem Mansfelder See bei annähernd gleicher Tiefe an Ausdehnung bedeutend zurück-

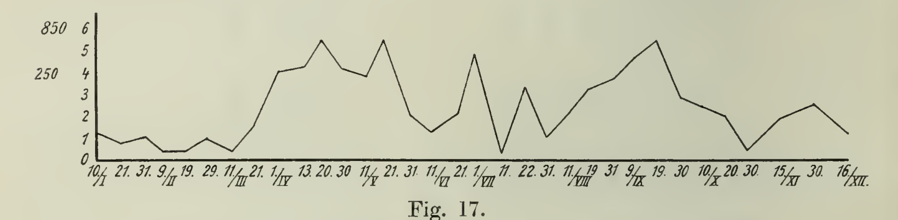


Fig. 17.

Vorkommen von *Chydorus sphaericus* O. F. M. in der pelagischen Zone.

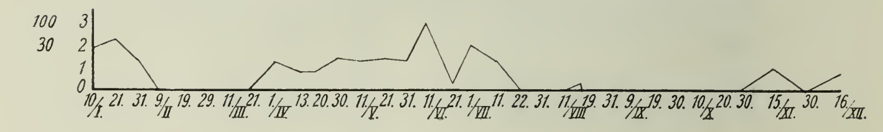


Fig. 18.

Vorkommen von *Leydigia Leydigii* Schödler in der pelagischen Zone.

steht, konnte ich sie sonderbarerweise nur in wenigen Exemplaren erbeuten. Da dieser Planktont ein ständiger Bewohner der kleinen Teiche der Umgebung von Leipzig ist, kann die Größe des Gewässers bei seiner Ansiedlung, bzw. Entwicklung in erster Linie keine ausschlaggebende Rolle spielen.

Zur Vollständigkeit der Cladocerenplanktonliste des Sees müssen noch zwei Arten aus der Familie der Chydoriden angeführt werden. Sie fanden sich das ganze Jahr über regelmäßig in geringen Mengen, teilweise auch nur in vereinzelten Exemplaren in der pelagischen Zone vor. *Chydorus sphaericus* O. F. M. war im Frühjahr und Herbst, *Leydigia Leydigii* Schödler in den wärmeren Monaten am häufigsten. Ein zahlreiches Auftreten im Plankton verriet jedesmal eine maximale Entwicklung im Litoral. Die Periodizitätskurven (Fig. 17 u. 18) zeigen einen unregelmäßigen Verlauf und nur geringe Maximalziffern. Diese Formen sind deshalb für die späteren Erörterungen über die Ernährungs-

frage nicht mit in Betracht gezogen worden. *Chydorus sphaericus* kann als semipelagischer, *Leydigia Leydigii* als erratischer Planktont des Mansfelder Sees aufgefaßt werden.

Höchst merkwürdig erschien schon ZACHARIAS die Abwesenheit von *Leptodora* Lilljeborg in diesem Wasserbecken. Die in ganz Norddeutschland sehr verbreitete Cladocere, die in allen größeren Nachbargewässern häufig vorkommt, fehlt hier vollständig. Der Salzgehalt des Seewassers bietet dafür allein keine ausreichende Erklärung dar, da CHUN zahlreiche Exemplare im Frischen und Kurischen Haff nachgewiesen hat. Als Ursache wird die Verschmutzung des Seewassers durch Detritus mit in Frage kommen, da von dieser Gattung im allgemeinen reines Wasser bevorzugt wird.

Copepoden.

Von den drei pelagischen Copepodenspezies im See sind das ganze Jahr über vertreten *Diaptomus salinus* und *Cyclops strenuus*, dazu ihre Jugendstadien, die Nauplien. *Cyclops* Leuckarti war nur Sommerplanktont. Die Hauptentfaltung beider Genera fiel in verschiedene Zeiträume.

Für den Mansfelder See ist in erster Linie das Vorkommen des *Diaptomus salinus* von DADAY charakteristisch. Er ist nach SCHMEIL und BRAUER-VAN DOUWE in Deutschland nur aus diesem Gewässer bekannt. Da dieser Copepode Bewohner der Salzseen von Algerien ist und in einigen, wahrscheinlich ebenfalls salzigen, außerdeutschen Binnengewässern vorkommt, so nahm man dieser Verbreitung zufolge lange Zeit an, daß Salzhaltigkeit des Wassers für ihn eine notwendige Existenzbedingung sei. Man hat ihn deshalb als typische Salzwasserform beschrieben. SARS bezeichnet ihn als »einen an das Salzwasser angepaßten *Diaptomus bacillifer* Koelbel«, dem er verwandtschaftlich sehr nahesteht. Erst in jüngster Zeit ist diese Art nach VAN DOUWE in Asien auch in vollkommen süßem Wasser gefunden worden, sie ist identisch mit dem von SOWINSKY aufgestellten *Diaptomus caucasicus*.

Eine genaue Beschreibung des *Diaptomus salinus* findet sich bei SCHMEIL[1], auf die ich hier verweisen möchte. Ihr will ich noch einige Bemerkungen hinzufügen. »Das drittletzte Segment der Vorderantenne beim Männchen ist in einen stilettartigen Fortsatz ausgezogen, der nach dem apikalen Ende zu nur wenig an Stärke abnimmt und das nachfolgende Glied an Länge übertrifft.« Ich habe nie beobachten können, daß dieser Fortsatz die Spitze des Endgliedes überragt, wohl

[1] SCHMEIL, O., Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden.

aber, daß seine Länge stark variiert (zwischen 61 und 79 μ beim erwachsenen Exemplar). Ebenso variiert beträchtlich der für diese Form charakteristische zweite Vorsprung der mittleren Partie des Exopoditen vom V. Beinpaar beim Männchen (Variationsextreme 1912 beobachtet 30 und 50 μ; s. auch Fig. 19). Der Eiballen enthielt im Vergleich zu den Cyclopsarten stets eine relativ geringe Anzahl von Eiern, deren Größe aber weit beträchtlicher ist. Schmeil gibt an, daß er oft nur ein bis zwei, niemals mehr als acht angetroffen hat und die Durchschnittszahl etwa vier betrug. Dagegen muß ich anführen, daß ich sehr häufig zur Zeit des Maximums im Juli zehn und noch mehr Eier zählen

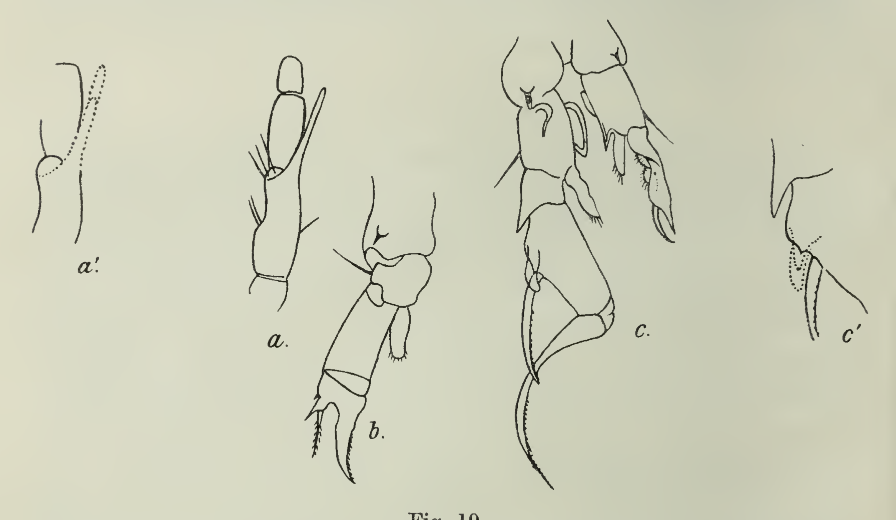


Fig. 19.
Diaptomus salinus Daday (zum Teil nach Schmeil). Vergr. *a'* u. *c'* 500. *a* und *a'*, Drittletztes Glied I A. ♂. *b*, V B. ♀. *c* und *c'* V B. ♂.

konnte, und Individuen mit ein bis zwei Eiern 1912 eine Seltenheit waren. Die größte Anzahl wies sechs bis acht auf.

Der Jahrescyclus dieses Centropagiden (Fig. 20) ist bis jetzt noch nicht bekannt gewesen. Es konnten beim Zählen ziemlich genaue Werte erhalten werden, weil er als einziger *Diaptomus* den See bevölkert. Die höchste Individuenmenge fand ich im Juli vor (22./VII. Mittelwert 1630). Was die speziellen Zahlen für die Geschlechter angeht, so waren erwachsene Männchen und Weibchen das ganze Jahr über vorhanden. Das Maximum der geschlechtsreifen Tiere fiel in die kälteren Monate. Im Januar und Februar, sowie Oktober bis Dezember überwogen die Männchen, im August und September war das Umgekehrte der Fall. Vom März bis Juli wurden in der Hauptsache jüngere,

noch nicht geschlechtsreife Exemplare nachgewiesen. Eiertragende Weibchen traten in allen Monaten auf, besonders zahlreich im Februar, Mai, Juli und Oktober/November (40—60% der gefangenen ♀ waren eiertragend). Eigentümlicherweise kam dieser *Diaptomus* in den be-

Fig. 20.

Jahrescyclus von *Diaptomus salinus* Daday.

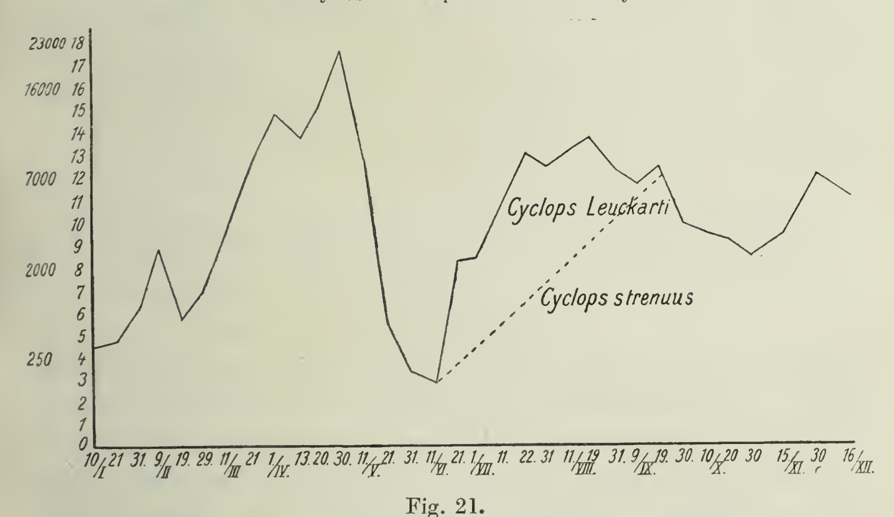


Fig. 21.

Jahrescyclus von *Cyclops strenuus* Fischer und *Cyclops Leuckarti* Claus.

nachbarten Tümpeln sowie im Kerrnersee nie, im Binder See nur ganz vereinzelt vor.

Cyclops strenuus Fischer (Fig. 21), welcher im Moritzburger Großteich von Mitte Mai bis Oktober im Plankton fehlt und ebenso speziell

in den Seen der Ebene größtenteils ein Wintermaximum aufweist, war das ganze Jahr über in reichen Mengen vertreten. Die Höhepunkte der Entwicklung verbunden mit Geschlechtsreife lagen im ersten Frühling (30./IV. mittl. Dichte 3650) und im späten Herbst (30./XI. mittl. Dichte 1250). Das Minimum an erwachsenen Exemplaren wurde im Juni und Anfang Januar beobachtet. Diese Art verhielt sich hier ähnlich wie im Hintersee: »Das erste Maximum lag im Mai, ein zweites im Oktober, dazwischen ein Minimum im Juli.« Als Ursache für den sommerlichen Rückgang nimmt SELIGO in diesem See »das dominierende

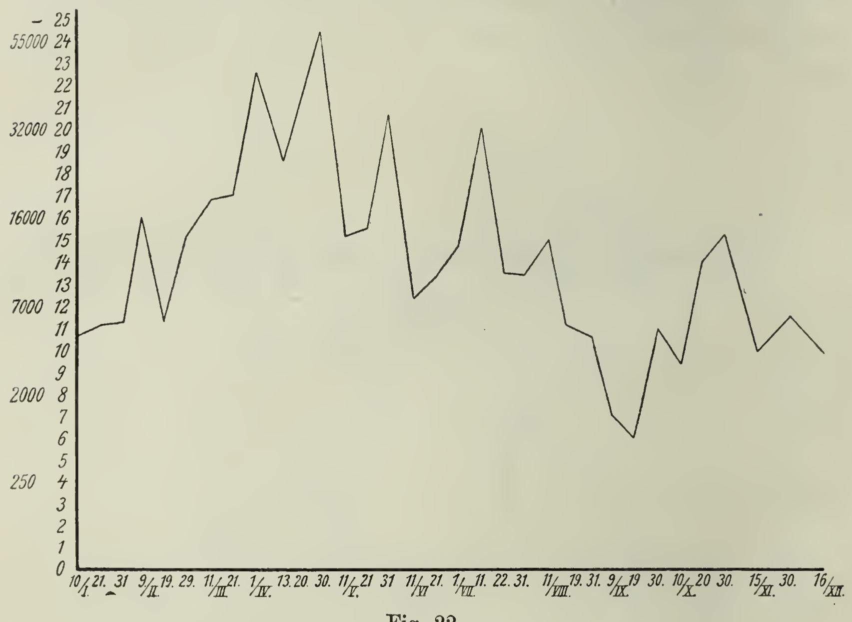


Fig. 22.

Jahreskurve der Nauplien.

Auftreten von *Ceratium* an, das den Krustern ungern als Nahrung dient«. In den Gewässern der Hochgebirge fällt die Hauptentwicklung von *Cyclops strenuus* übereinstimmend in den Sommer. Im Luganer See war er perennierend und hatte ein Maximum in der kalten Jahreszeit vom November—Februar und ein zweites in der wärmeren Juli—September. Männchen traf ich das ganze Jahr über an, doch war ihre Zahl stets geringer als die der Weibchen. Letztere überwogen besonders im Februar. Selbst zur Zeit stärkster Produktion waren nur verhältnismäßig wenig Weibchen mit Eiern vorhanden. Die beiden Eiersäckchen enthielten dafür meist 28—30 Eier. Die im Vergleich mit

andern Seen hier auffallend größeren Eierzahlen bei dieser Art sowie bei *Diaptomus* haben in der überaus reichlich vertretenen Zentrifugenplanktonnahrung ihren Grund.

Cyclops Leuckarti Claus beteiligte sich wie in den übrigen Gewässern während der Sommermonate an der Zusammensetzung des Planktons. Ich habe seine Individuenmenge gemeinsam mit *Cyclops strenuus* in der voranstehenden Fig. 21 dargestellt. Im Juli erschienen die ersten eiertragenden Weibchen, worauf sich bis Ende August eine stetige Zunahme geltend machte. Schon von Mitte September an waren geschlechtsreife Individuen nicht mehr nachweisbar. Es liegt bei diesem Kruster zweifellos eine Bevorzugung der wärmeren Jahreszeit vor. In der Uferzone erhielt ich für ihn bedeutend kleinere Werte.

Tabelle IX.

Periodizitätstabelle der Planktonten für den Mansfelder See.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Anuraea aculeata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anuraea cochlearis	—	—	—				—	—	—	—	—	—
Polyarthra platyptera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Triarthra terminalis var. maior	—	—	—	—					—	—	—	—
Brachionus angularis var. bidens	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
Brachionus pala			—	—	—							
Asplanchna priodonta	—						—	—	—	—	—	—
Asplanchna brightwelli				—	—	—						
Synchaeta pectinata									—	—	—	
Daphnia longispina var. longispina-galeata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diaphanosoma brachyurum						—	—	—	—	—		
Bosmina longirostris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diaptomus salinus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclops strenuus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclops Leuckarti							—	—	—			
Nauplien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Für die Nauplien habe ich die gemeinsame Kurve (Fig. 22) aufgestellt. Diese Jugendstadien der Copepoden stellen einen ziemlichen Bestandteil der jährlichen Gesamtplanktonmasse des Sees dar. Die Kurve muß naturgemäß zahlreiche Schwankungen aufweisen. Ausgeprägte Maxima sind in allen Jahreszeiten vorhanden:

30. April	< Naupl. von	*D. sal.*	(Mittelw.	9200)
31. Mai	< » »	*C. stren.*	»	6200
11. Juli	< » »	*D. sal.* und		
		C. Leuck. (?)	»	5300
30. Oktober	< » »	*C. stren.*	»	2100.

3a. Zusammensetzung des Zentrifugenplanktons („Nannoplankton“ Lohmann).

Die vorausgehenden Ausführungen haben ergeben, daß dieselben Planktonindividuen in den verschiedenen Gewässern teilweise ein ganz anderes jahreszeitliches Verhalten zeigen. Ihre Periodizität kann mithin nicht zeitlich feststehend durch Temperaturverhältnisse begründet angesehen werden, sondern sie ist für jedes Gewässer spezifisch. Es müssen lokale Faktoren vorhanden sein, die auf den periodischen Verlauf ihrer Jahrescyclen einwirken.

Bisher hat man die Einflüsse, die für diesen Wechsel in Seen in Frage kommen könnten, ausschließlich in der physikalischen Natur des Mediums gesucht und so auf die Erforschung der gleichzeitigen Nahrungsbedingungen keinen Wert gelegt. Das Studium der Ernährungsverhältnisse der Planktozoen, welches uns erst durch Einführung der Zentrifuge in die Planktonmethodik erschlossen wurde, erfuhr durch Pütters Arbeit eine erneute Anregung. Lohmann und Woltereck kennzeichneten deutlich das »Nannoplankton« = »Zentrifugenplankton« als Ernährungsfaktor. Durch Untersuchungen an einem kleinen Teiche bei Elbogen in Böhmen konnte Brehm die Wahrnehmung machen, daß eine höchst auffällige Abhängigkeit des Netzplanktons vom Zentrifugenplankton besteht. Seine Beobachtungen erfuhren durch Dieffenbach (1912) die erste genauere Bestätigung dadurch, daß er für Rotatorien eine Abhängigkeit der zeitlichen Verteilung vom Zentrifugenplankton in einem Teichgewässer nachwies.

Für den Mansfelder See habe ich die Beziehungen zwischen Nahrungsorganismen und Tierwelt ziemlich weitgehend berücksichtigt, um gegenseitige Abhängigkeit und Beeinflussung möglichst klar zum Ausdruck zu bringen. Das Zentrifugenplankton flacher Seen hat bisher noch keine quantitative Bearbeitung durch die Zählmethode erfahren. Da über

diese kleinsten und zartesten Protisten überhaupt erst wenige Mitteilungen vorliegen, so stößt man bei den Fängen beständig auf unbekannte Formen, die meistens Entwicklungsstadien höherer Algen darstellen.

Planktonliste.

Das Zentrifugenplankton des Mansfelder Sees setzt sich zusammen aus:

Flagellaten.

Cryptomonas erosa Ehrbg. †[1].
Bodo globosus Stein.
Schwärmsporen und unbestimmbare kleine, unregelmäßig auftretende Flagellaten †.

Cyanophyceen.

Microcystis aeruginosa (Henfr.) Lemm. †.
Entwicklungsstadien *Microcystis aeruginosa* (Henfr.) Lemm. var. *minor* nov. var. (Colditz) †.

Chlorophyceen.

Pleurococcus punctiformis nov. spec. (Colditz) †.
Scenedesmus quadricauda Bréb.
Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.
Raphidium polymorphum Fresen.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Oocystis pelagica Lemm.
Chlamydomonas media Klebs.

Bacillariaceen.

Cyclotella Meneghiniana Kütz †.
Cyclotella hyalina nov. spec. (Colditz) †.
Surirella ovalis Bréb.
Rhoicosphenia curvata Grun.
Navicula gracilis Kütz.

Conjugatae.

Staurastrum gracile Ralfs.

Hierzu kommen noch einige Formen, die zufällig im Zentrifugenplankton auftraten. Sie wurden ihrer geringen Individuendichte wegen nicht berücksichtigt, da sie für den Haushalt des Sees von keiner Bedeutung sind. Es handelte sich um größere Bacillariaceen vom Grunde, pelagische Amöben und einige Ciliaten (*Chilodon cucullus* Ehrbg.).

[1] Die mit Kreuz (†) versehenen Formen kommen als Hauptkomponenten der Nahrung in Betracht.

3b. Besprechungen der Arten mit Beobachtungen über ihren Nahrungswert und ihr zeitliches Auftreten.

Die Untersuchungen des Darm-, bzw. Mageninhaltes[1] der einzelnen Zooplanktonten, die an lebenden Objekten vorgenommen wurden, sowie des Filtrates in den reußenartigen Fortsätzen der Extremitäten der Cladoceren haben zu dem Ergebnis geführt, daß für die Nahrungsaufnahme die Größe der Nahrungsalgen von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung ist. Die meisten Planktozoen strudeln sich ihre Nahrung herbei und führen sie dann dem Darme zu. Infolge der gering entwickelten Zerkleinerungswerkzeuge können, wie WOLTERECK festgestellt hat, größere mit Gehäuse ausgestattete Formen den engen Ösophagus nicht passieren. Dasselbe habe ich beobachtet für Individuen, die mit größerer Gallerthülle umgeben sind. Die Jugendstadien von *Microcystis* im März und April konnten in ungeheuren Massen im Darminhalte nachgewiesen werden. Nachdem diese Alge zu größeren Kolonien ausgewachsen war und eine dichte Wasserblüte im See bildete, wurden nur selten einzelne ihrer Zellen vorgefunden. Es kann möglich sein, daß hier noch eine qualitative Zurücksetzung hinzukommt, indem die älteren Individuen der Cyanophyceen irgend einen Stoff in ihrem Innern enthalten, den die Planktonten verabscheuen. Untersuchungen liegen darüber nicht vor. Die Kolonien von *Botryococcus Braunii* Kütz kamen ihrer Größe wegen nur im Verdauungstractus von *Asplanchna* vor. DIEFFENBACH führt an: »Es ist höchstwahrscheinlich, daß bestimmte Planktozoen auf ganz bestimmte Nahrungsorganismen angewiesen sind, oder daß sie wenigstens einige Nahrungsorganismen andern vorziehen«. Es geht hieraus hervor, daß den Planktonten ein qualitatives Wahlvermögen zuerkannt wird. Nach meinen Befunden muß ich denselben eine solche Eigenschaft vollkommen absprechen. Es ist sicher, daß die verschiedenen Planktozoen

[1] Zur Feststellung des Darminhaltes, der sich nur bei *Diaphanosoma* und den Copepoden etwas schwieriger gestaltete, wurden die Planktonten einfach unter das Deckglas des Objektträgers gebracht und ein leichter Druck darauf ausgeübt. Sofort erfolgte eine stoßweise Entleerung des Darmkanals. Handelte es sich darum, die Objekte nicht zu verletzen, so wurde dasselbe bewirkt durch Hinzufügen eines Tropfen Formols. Der auf diese Art frei präparierte Inhalt konnte dann leicht einer Untersuchung unterzogen werden. Seine Quantität verhielt sich analog der Menge des im Seewasser enthaltenen Zentrifugenplanktons, d. h. in Zeiten, wo letzteres seine maximale Entfaltung hatte, war der Darm konstant prall gefüllt mit diesen Algen, während in den Perioden geringerer Entwicklung der Darmkanal ebenfalls nur geringen Inhalt aufwies.

auf Nahrungsorganismen von bestimmter Größe angewiesen sind, so daß der einen Individuengruppe ein Zentrifugenplanktont noch als Nahrung dienen kann, während seine Größe für eine andre bereits den Grenzwert erreicht hat und demnach nicht mehr in Betracht kommt. So fanden sich z. B. bei *Bosmina* in dem Darminhalte seltener Überreste von *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Sphaerocystis* und größeren Formen der *Cyclotella Meneghiniana* als bei *Daphnia* und *Diaphanosoma*. Die Rädertierarten waren auf die winzigsten Nahrungsorganismen angewiesen, nur *Asplanchna* machte davon eine Ausnahme. Eine Bevorzugung bestimmter Nähralgen jedoch war weder bei Rotatorien noch Cladoceren oder Copepoden der Fall.

Um den Wert der verschiedenen Nahrungskomponenten besser charakterisieren zu können und mir gleichzeitig das Zählen dieser winzigen Formen etwas zu erleichtern, habe ich dieselben hinsichtlich ihrer Größe und Beschaffenheit in bestimmte Gruppen I—V, Fig. 23—27, eingeteilt.

Unter die I. Kategorie zählte ich:

<table>
<tr><td>sämtliche Schwärmsporen und unregelmäßig auftretende Flagellaten, Pleurococcus punctiformis und die Jugendstadien von Microcystis;</td><td rowspan="4">chromophyllführende Formen</td></tr>
<tr><td>unter II: die größeren Grünalgen Chlamydomonas media, Oocystis pelagica und die Entwicklungszustände von Sphaerocystis Schroeteri, ferner den Flagellaten Cryptomonas erosa;</td></tr>
<tr><td>unter III: die kleineren Bacillariaceen Cyclotella Meneghiniana und Cyclotella hyalina;</td></tr>
<tr><td>unter IV: die größeren sperrigen Formen: Scenedesmus, Pediastrum, Raphidium, Sphaerocystis, Staurastrum, Surirella, Rhoicosphenia, Navicula;</td></tr>
<tr><td>unter V: sämtliche chromophyllfreien und die mit degenerierten Chromatophoren versehenen unbestimmbaren Individuen, ferner Bodo globosus und Bodo celer.</td><td>chromophyllfreie Formen</td></tr>
</table>

Die Vertreter von I und II waren die Hauptnahrung für das Frühjahrs- und Sommerplankton, Gruppe III für das Herbst- und Winterplankton. Die Organismen unter V traten quantitativ Gruppe I—III gegenüber stark zurück. Sie erlangten nur in den tieferen Schichten und dicht über dem Grunde des Pelagials zur Zeit der Periode der Sommerstagnation des Wassers eine bedeutendere Mächtigkeit. Dagegen waren sie konstant in beträchtlichen Mengen in den durch

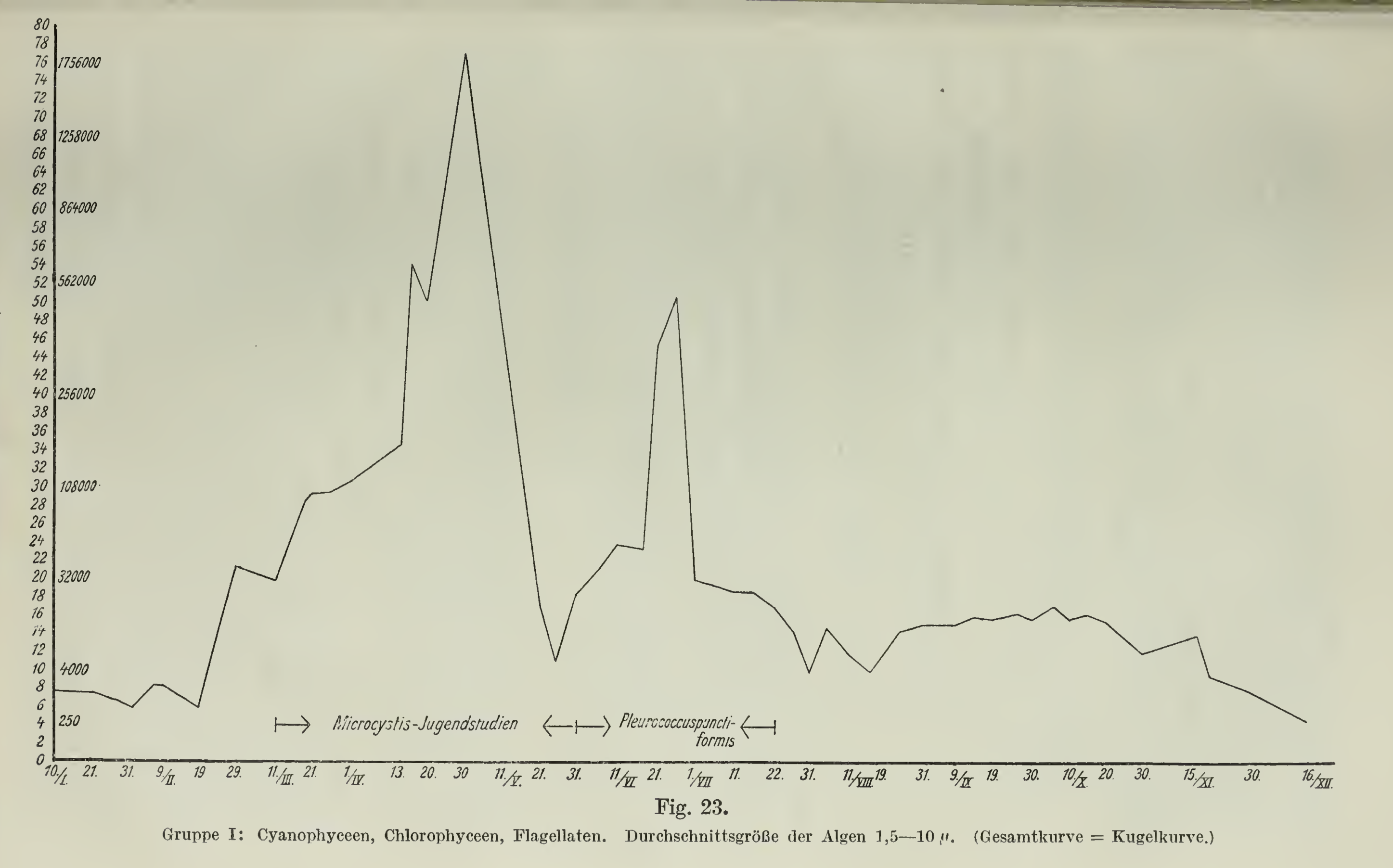


Fig. 23.

Gruppe I: Cyanophyceen, Chlorophyceen, Flagellaten. Durchschnittsgröße der Algen 1,5—10 μ. (Gesamtkurve = Kugelkurve.)

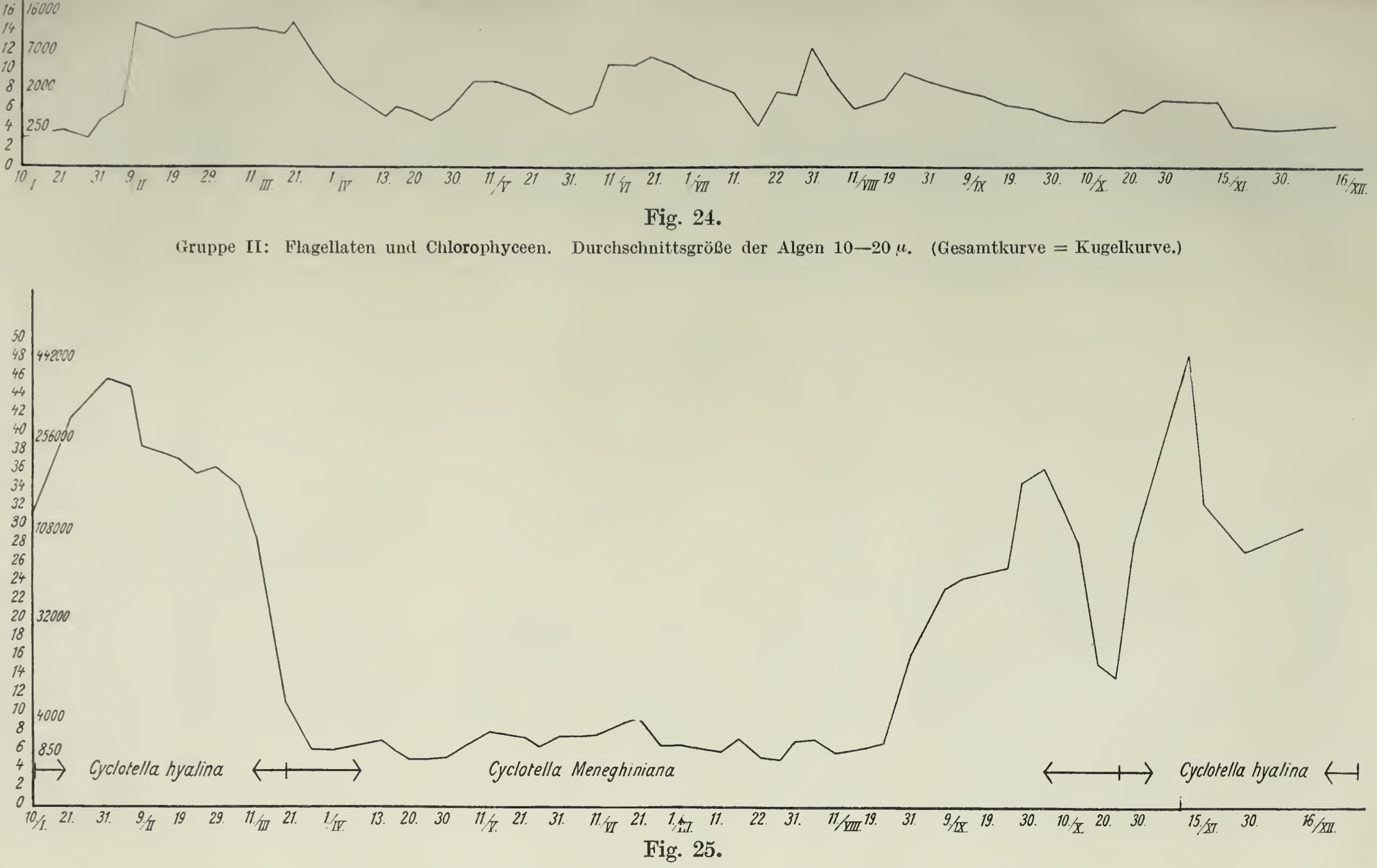


Fig. 24.

Gruppe II: Flagellaten und Chlorophyceen. Durchschnittsgröße der Algen 10—20 μ. (Gesamtkurve = Kugelkurve.)

Fig. 25.

Gruppe III: Cyclotellen. Durchschnittsgröße 7—21 μ. (Gesamtkurve = Kugelkurve.)

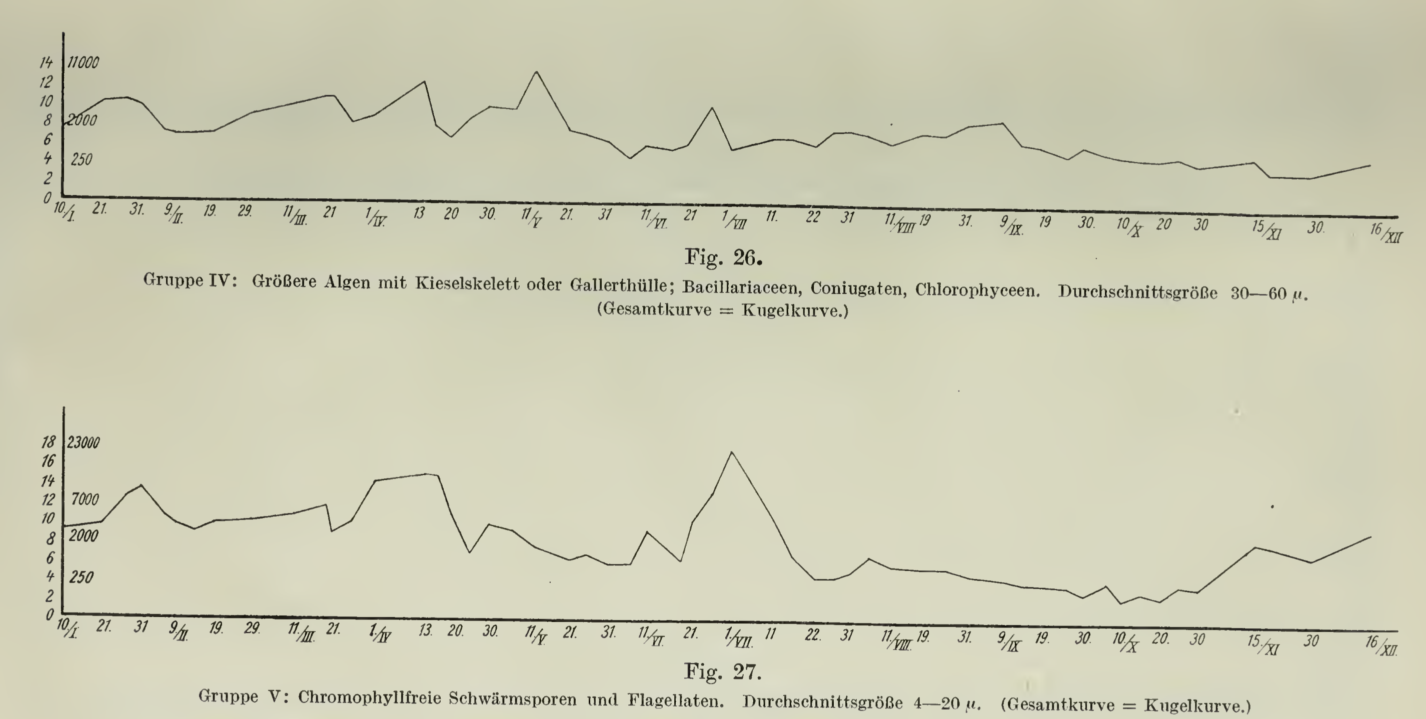


Fig. 26.

Gruppe IV: Größere Algen mit Kieselskelett oder Gallerthülle; Bacillariaceen, Coniugaten, Chlorophyceen. Durchschnittsgröße 30—60 μ. (Gesamtkurve = Kugelkurve.)

Fig. 27.

Gruppe V: Chromophyllfreie Schwärmsporen und Flagellaten. Durchschnittsgröße 4—20 μ. (Gesamtkurve = Kugelkurve.)

Abwässer verunreinigten Buchten anzutreffen. Die Angehörigen der Gruppe IV kamen ihrer Größe wegen in nur geringem Maße als Nahrungsquelle in Betracht. Sie waren immer in dem Zentrifugensediment enthalten, erreichten aber nie bedeutendere Werte.

Die Hauptkomponenten des Zentrifugenplanktons.

Die Nahrungsorganismen im See setzten sich wie das tierische Plankton aus einer Anzahl perennierender Formen und aus solchen zusammen, die nur zu einer gewissen Jahreszeit vorhanden waren. Ihre Massenentwicklung war beträchtlich. Die Jahreskurve des gesamten Zentrifugenplanktons (eingetragen in Fig. 29 bis 32) läßt deutlich ein quantitatives Ansteigen der Planktonentfaltung in den Frühjahrs- (April), und in den Herbstmonaten (Oktober und November) und außerdem ein Produktionsmaximum im Juni erkennen.

Microcystis aeruginosa und *Microcystis aeruginosa* var. *minor* nov. var.

Das Frühjahrsmaximum wurde veranlaßt durch die Entwicklungsstadien von *Microcystis aeruginosa* und einer neuen kleineren

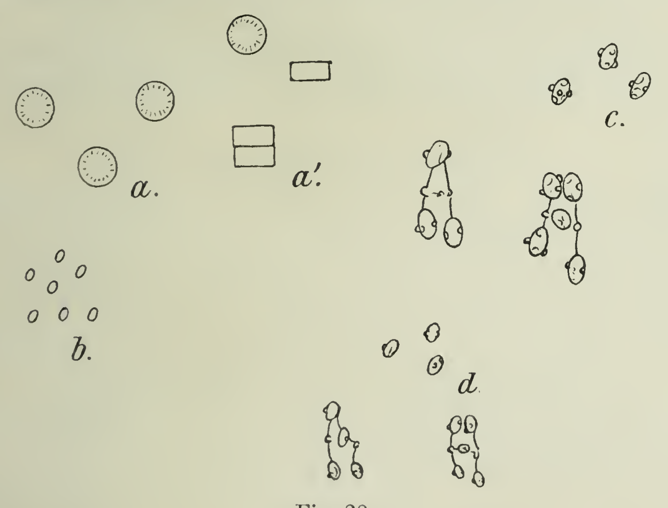


Fig. 28.

Zentrifugenplanktonformen. Vergr. 800. *a* und *a'* *Cyclotella hyalina* nov. spec. *a*, Schalenseite, *a'*, Gürtelseite. *b* *Pleurococcus punctiformis* nov. spec. *c* Entwicklungsstadien von *Microcystis aeruginosa* (Henfr.) Lemm. *d* Desgl. von *Microcystis aeruginosa* (Henfr.) Lemm. var. *minor* nov. var.

Varietät dieser Cyanophycee, die mir von Herrn Dr. LEMMERMANN als *Microcystis aeruginosa* var. *minor* nov. var. bestätigt wurde. Sie besitzt 2—3 μ große ovale Zellen von gelbgrüner Farbe, die in einem gallertigen Lager eingebettet sind und deutliche Pseudovakuolen auf-

weisen. Die Kolonien sind mehr oder weniger rund und netzförmig durchbrochen. Die Form trat im Plankton später auf als *Microcystis aeruginosa* und erreichte fast eine bedeutendere Entfaltung als diese. Über den Entwicklungsgang dieser Algen ist bisher nichts Näheres bekannt gewesen. Ende März traten im Seewasser zahlreiche Einzelzellen auf. Sie bildeten sich zu kleinen Kolonien von vier Individuen aus, die durch ein gallertiges Fadengerüst verbunden und mit Gasvakuolen ausgestattet waren (Fig. 28). Sie fanden sich in ungeheuren Mengen vor. Am 6. Mai konnten in 10 ccm Wasser aus 1 m Tiefe 1 517 000 Einzelzellen und 267 000 Kolonien gezählt werden (mittlere Individuendichte). Die Kolonien nahmen allmählich durch Vermehrung der Einzelzellen in der Gallerthülle an Größe zu. Infolgedessen ließen sie sich nicht mehr zentrifugieren und kamen für das Netzplankton als Nahrung außer Betracht. Anfang Juni waren die letzten Jugendstadien von *Microcystis* in den Zentrifugierproben enthalten. Die Nahrungskurve erreichte zu dieser Zeit ihren Tiefstand.

Diese Befunde widersprechen den bisherigen Annahmen, daß sich jene wasserblütebildenden Algen auf dem Grunde entwickeln und erst später aufsteigen. Es konnte ein derartiges Verhalten hier nie wahrgenommen werden, im Gegenteil haben meine Darlegungen erwiesen, daß sich ihre Entwicklung im freien Wasser vollzieht.

Pleurococcus punctiformis nov. spec.

Diese winzige Grünalge war nur kurze Zeit an der Zusammensetzung des Nannoplanktons beteiligt. Ich konnte sie mit der Zentrifuge im Juni und Juli nachweisen. Sie bewirkte mit *Microcystis aerug.* var. *minor* zusammen das Junimaximum der Nahrungskurve. 10 ccm Seewasser enthielten am 26./VI. 505 000 Individuen. Ich habe sie unter dem Namen »*Pleurococcus punctiformis*« nov. spec. in obigem Planktonverzeichnis angeführt, da eine Identifizierung dieser Alge mit bereits beschriebenen Formen nicht möglich war, und sie als ein Entwicklungszustand irgend einer höheren Chlorophycee nicht gedeutet werden kann. Sie trat in einzelnen Kügelchen von ziemlich konstanter Größe auf, $1^1/_2$—2 μ Durchmesser (Fig. 28). Die Membran war deutlich, der Farbton intensiv hellgrün. Die Zelle war von keiner Gallerthülle umgeben. Die Vermehrung erfolgte durch Zweiteilung. Eine Bildung von Aggregaten und kolonialen Vereinigungen erfolgte nicht. Die Alge gehört zu den »primitiv oder wahrscheinlicher sekundär vereinfachten, einzellig bleibenden, morphologisch gleichartigen« Formen der Familie der Pleurococcaceen.

Einfluß der Wasserblüte auf das Zentrifugenplankton.

Im Juli und August bei höchster sommerlicher Temperatur war die Minimumperiode des Zentrifugenplanktons. Die *Microcystis*-Kolonien bildeten zu dieser Zeit eine stattliche Wasserblüte. Es ist daher die Vermutung sehr naheliegend, das Zurücktreten jener Organismen mit der üppigen Entfaltung dieser Algen in Beziehung zu bringen, denn es liegen von andern Seen (Dobersdorfer See) Beobachtungen vor, daß durch das massenhafte Auftreten der Planktonschizophyceen für die übrigen pelagischen Formen ungünstige Lebensbedingungen hervorgerufen wurden, die das Optimum ihrer Entfaltung herabsetzten oder ein gänzliches Fehlen veranlaßten. Es gilt dies wahrscheinlich hauptsächlich für Organismen, die reines Wasser bevorzugen. Am 9. September hatte die Wasserblüte ihren Höhepunkt erreicht. Sie bedeckte an völlig windstillen Tagen die Seeoberfläche mit einem dichten spangrünen Schleier, war aber trotzdem über alle Tiefenschichten verteilt.

Tabelle X.

Vertikalverteilung der *Microcystis*-Kolonien.
18. VIII./19. VIII. 1912. (In 20 Liter).

	2—3h mittags	8—9h abends	12—1h nachts	7—8h morgens
0 m	1,6 ccm	2,3 ccm	4,0 ccm	6,2 ccm
1/2 »	1,9 »	2,6 »	3,4 »	4,0 »
1 »	3,6 »	2,5 »	2,8 »	2,3 »
3 »	3,8 »	2,6 »	1,9 »	1,7 »
5 »	1,9 »	1,3 »	1,8 »	1,6 »
7 »	1,9 »	1,7 »	1,6 »	1,3 »
Ufer (Oberfläche)	1,5 »	2,3 »	2,8 »	3,9 »
	See leicht bewegt	See windstill		

Mit dem Eintreten der Herbstcirculation des Wassers (Mitte September) begann ein plötzliches Absinken der Kolonien, und die erneute Zunahme der Kleinalgen setzte ein.

Cyclotella Meneghiniana und *Cyclotella hyalina* nov. spec.

Das pflanzliche Herbst- und Winterplankton des Sees trug fast ausschließlich Cyclotellencharakter. Die übrigen Arten traten bedeutend zurück.

Cyclotella Meneghiniana wurde in geringer Zahl das ganze Jahr über gefunden. Anfang Oktober erlangte sie eine ungeahnte Vegetations-

höhe bei einer Wassertemperatur von 9° C., worauf sie rasch wieder an Zahl zurückging (6./X. in 10 ccm Seewasser 191 000 Individuen). Auxosporen- und Koloniebildung wurde nie beobachtet. Die Periodizität dieser Bacillariacee scheint in ihrem Entwicklungsgange begründet zu sein, da sich diese Art in den übrigen Seen in bezug auf ihr zeitliches Vorkommen in derselben Weise verhält.

Cyclotella hyalina nov. spec. bildete von Ende Oktober bis Ende Februar in reichlichen Mengen die Nahrung für das Winterplankton. Nach Mitteilungen von Herrn Dr. LEMMERMANN handelt es sich bei dieser Form um eine bisher nicht beobachtete Abart. Sie weicht in ihrer Morphologie derart von allen andern Cyclotellenarten ab, daß er es für gerechtfertigt hält, wenn sie als neue Spezies »*Cyclotella hyalina*« beschrieben wird. Ihre Hauptunterscheidungsmerkmale sind die geringe Größe (Längendurchmesser 7 μ), die große Zartheit der Schalen und die äußerst schwachen Randstreifen, die nur mit Immersion zu erkennen sind, sowie die rechteckige Pleuraansicht (Fig. 28). Die Periodizität dieser Diatomee war insofern geregelt, als sie frühestens im September erschien, vom November bis Dezember den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichte (15./XII. 1911 in 10 ccm 397 000)
(13./XI. 1912 in 10 ccm 457 000) und spätestens zur Zeit der Frühjahrscirculation des Wassers in dem Zentrifugenrückstand nicht mehr enthalten war.

Cryptomonas erosa.

Dieser Flagellat repräsentiert den besten Nahrungskomponenten des Sees. Er war perennierend, erreichte ebenfalls hohe Werte, doch nie so bedeutende Zahlen wie die vorher erwähnten Planktonten (Maximum 21./III., mittl. Dichte in 10 ccm 8400).

Die Grünalge *Oocystis pelagica* und die chromatophorenfreien Flagellaten *Bodo celer* und *Bodo globosus* ließen sich ab und zu nachweisen, *Chlamydomonas media* fehlte im Februar in keinem Fange. Die stärkste Entwicklung bei diesen Arten betrug:

			mittl. Dichte in 10 ccm
Oocystis pelagica	11./VIII.	12.	850
Bodo celer	11./VIII.	12.	430
Bodo globosus	11./VI.	12.	380
Chlamydomonas media	29./II.	13.	250

Eine konstant wichtige Nahrungsquelle stellten die Schwärmsporen der Algen dar, die in zahlreichen Exemplaren in allen Monaten vor-

handen waren und im März mit *Cryptomonas erosa* den Hauptanteil des Pflanzenplanktons bildeten.

Auf die übrigen Zentrifugenalgen kann hier nicht näher eingegangen werden, da sie quantitativ den übrigen Formen gegenüber stark zurücktraten und infolgedessen von keinem besondern Einfluß auf die Entwicklung des tierischen Planktons waren.

Was die Zusammensetzung des Zentrifugenplanktons im allgemeinen anbetrifft, so liegt hier eine Einwirkung des Salzgehaltes klar zutage. Die geringen Arten und die immensen Individuenzahlen sind auf ihn zurückzuführen.

Auffallend ist das Fehlen der für alle norddeutschen Seen typischen pelagischen Dinobryen, Peridineen, Ceratien und der Diatomeengattungen *Melosira, Asterionella, Tabellaria, Fragilaria.* Diese Formen gehören ebenfalls dem Zentrifugenplankton zu, treten aber als Nahrung bedeutend zurück. Da ihre Verschleppungsmöglichkeit sehr groß ist, müssen in diesem Gewässer die biologischen Bedingungen für sie fehlen. Der Salzgehalt und auch die starke Verschmutzung des Sees durch Detritus wird dafür in erster Linie in Frage kommen. Daß diese Spezies zum Teil reineres Wasser benötigen, beweist das zahlreiche Vorkommen von *Peridinium cinctum* im Bindersee.

Botryococcus Braunii kam mit *Microcystis* vergesellschaftet in den Frühjahrs- und Herbstmonaten vor.

Die Protozoen spielten mit Ausnahme der Flagellaten in der Planktonregion eine untergeordnete Rolle. Die Ciliaten und Rhizopoden traten hier fast ganz zurück. Es gelangte als einziges Planktoninfusor *Codonella lacustris* Entz im Oktober zu stärkerer Entfaltung.

Ebenso konnte ich im Zentrifugenrückstand der pelagischen Zone niemals Bakterienkolonien (*Zoogloea*) beobachten, wohl aber an den detritusreichen Uferstellen in der Nähe des Einflusses der Drainwässer der Bösen Sieben. Diese Lokalität zeichnete sich ständig durch Armut an Zooplankton aus. Nur *Anuraea cochlearis* konnte hier zuweilen angetroffen werden. Meiner Meinung nach sind die Schizomyceten selbst als eine nur gering ergiebige Nahrungsquelle für das Zooplankton ohne Bedeutung.

B. Beziehungen zwischen Zentrifugen- und Netzplankton.

1. Einfluß des Zentrifugenplanktons auf die Quantität und Periodizität des Netzplanktons.

In den folgenden Abschnitten soll die Abhängigkeit des Netzplanktons von dem jeweilig vorhandenen Nahrungsquantum einer Kritik

Tabelle XI.

Tabellarische Übersicht des periodischen Auftretens der Zentrifugenplanktonten des Mansfelder Sees.

Zeichenerklärung: ·· wenig häufig. — häufig. = sehr häufig. A. = Anfang, M. = Mitte, E. = Ende des betr. Monats.

	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober			November			Dezember		
	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.	A.	M.	E.
Flagellaten.																																				
Cryptomonas erosa	··	··	··	··	—	—	—	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··
Bodo globosus	··			··		··				—	—		··	··	··	—		··														··	··	··		
Bodo celer										··	··	··				··	··	—	—	··	··	—													··	
Schwärmsporen	··	··	··	··	··	··	··	—	—	—	—	—	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	—	—	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··
Cyanophyceen.																																				
Jugendstadien von Microcystis aeruginosa								··	—	=	=	=	—	··																						
Jugendstadien von Microcystis aeruginosa var. minor										—	=	=	=	—	··																					
Chlorophyceen.																																				
Pleurococcus punctiformis																—	=	—	··	··																
Scenedesmus quadricauda	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··
Pediastrum Boryanum		··		··		··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··		··		··		··		··
Raphidium polymorphum												··	—	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··								
Sphaerocystis Schroeteri										··	··	··	··	··	··	—	—	—	—	—	··	··	··	··	··	··	··									
Oocystis pelagica										··		··		··	··	—	··	··	—	··	··	—			··											
Chlamydomonas media	··	··	··	··	··	··	··	··	··			··									··	··		··	··	··	··	··	··	··			··			
Bacillariaceen.																																				
Cyclotella Meneghiniana						··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	—	=	=	—	··	··	··	··			
Cyclotella hyalina	=	=	=	=	=	=	—	··	··																		··	··	··	—	=	=	=	=	=	=
Surirella ovalis								··	··		··		··	··	··				··						··	··	··	··								
Rhoicosphenia curvata	··						··	··					··	··	··							··	··					··			··	··	··			
Navicula gracilis								··	··	··	··								··			··		··	··	··	··	··	··							
Coniugaten.																																				
Staurastrum gracile							··			··	··					··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··	··		··			··			

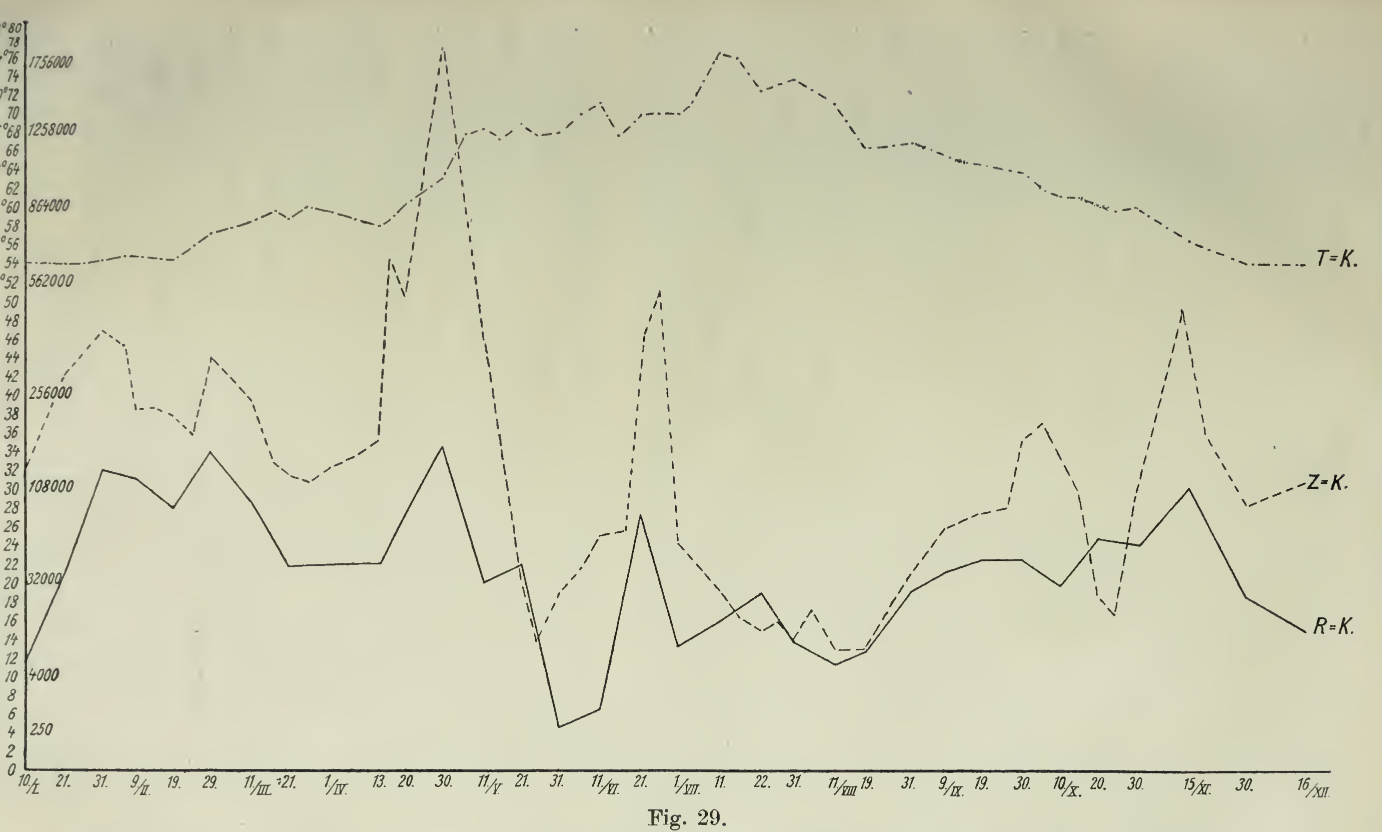


Fig. 29.

Rotatorienkurve. *R-K*, Rotatorienkurve, *Z-K*, Zentrifugenplanktonkurve (Kugelkurven): *T-K*, Temperaturkurve (Linearkurve).

unterzogen werden. Für das Plankton kommen in unseren Süßwässern in der Hauptsache die Formengruppen der Rotatorien, der Cladoceren und der Copepoden in Betracht. Im Interesse der Übersichtlichkeit sollen diese getrennt und ihre Arten gemeinsam abgehandelt werden. In Fig. 29—31 sind ihre Gesamtzahlen in LOHMANNschen Kugelkurven dargestellt und dazu die Mittelwerte für das Zentrifugenplankton, sowie die Oberflächentemperatur eingetragen worden.

Die drei Tiergruppen weisen, ihrer Entwicklungsdauer entsprechend, verschieden große Schwankungen der Individuenmenge auf, welche am deutlichsten im Frühjahr und auch im Herbst ausgeprägt sind. Im Winter (Dezember bis Mitte Januar) und Sommer (Juni) sind ausgesprochene Minimaperioden vorhanden, von denen letztere besonders erwähnt werden muß. Unmittelbar auf das Frühlingsmaximum im Mai zeigen plötzlich Anfang Juni (11./VI.) sämtliche drei Kurven sehr niedrige Werte. Dieser Zustand dauert nur kurze Zeit an, worauf sofort wieder eine lebhafte Vermehrung anhebt. Aufschluß über dieses Verhalten gibt das Zentrifugenplankton. Das Sommerminimum ist die Folge einer vorangegangenen Erschöpfung an Nahrung, die durch die Entwicklung des Zooplanktons herbeigeführt worden war. Es ist interessant, daß sowohl die Rotatorien wie Cladoceren, als auch die Copepoden davon beeinflußt werden, freilich in quantitativ verschiedener Weise.

Verfolgen wir zunächst die Rotatorien und Z-Kurve[1] (Fig. 29). Beide verlaufen fast parallel. Eine Zunahme des Z-Planktons veranlaßt direkt eine Entfaltung, seine Abnahme ein Zurückgehen der Rädertiere. Geringe Abweichungen hiervon im Juli und Oktober sind auf den Einfluß der beiden andern Tiergruppen und auf die Qualität der dargebotenen Nahrungsalgen zurückzuführen.

Eine ebensolche Abhängigkeit wurde für die Clacoderen bestätigt (Fig. 30). Sie äußerte sich in der Weise, daß die Maxima des Z-Planktons immer denjenigen der Cladocerenkurve vorangehen (Zeitintervall etwa 14 Tage), wodurch bedingt wird, daß teilweise Maximum und Minimum der beiden Kurven zusammenfallen. Der hohe Stand der Cladocerenkurve im August, der in keinem wirklichen Verhältnis zu der geringen Individuendichte der Nähralgen in dieser Zeit steht und der Abfall jener Kurve von Mitte September bis Dezember trotz reichhaltiger Cyclotellennahrung ist auf die Anwesenheit von Diaphanosoma zurückzuführen.

[1] Das Zentrifugenplankton soll der Einfachheit halber mit Z-Plankton im folgenden bezeichnet werden.

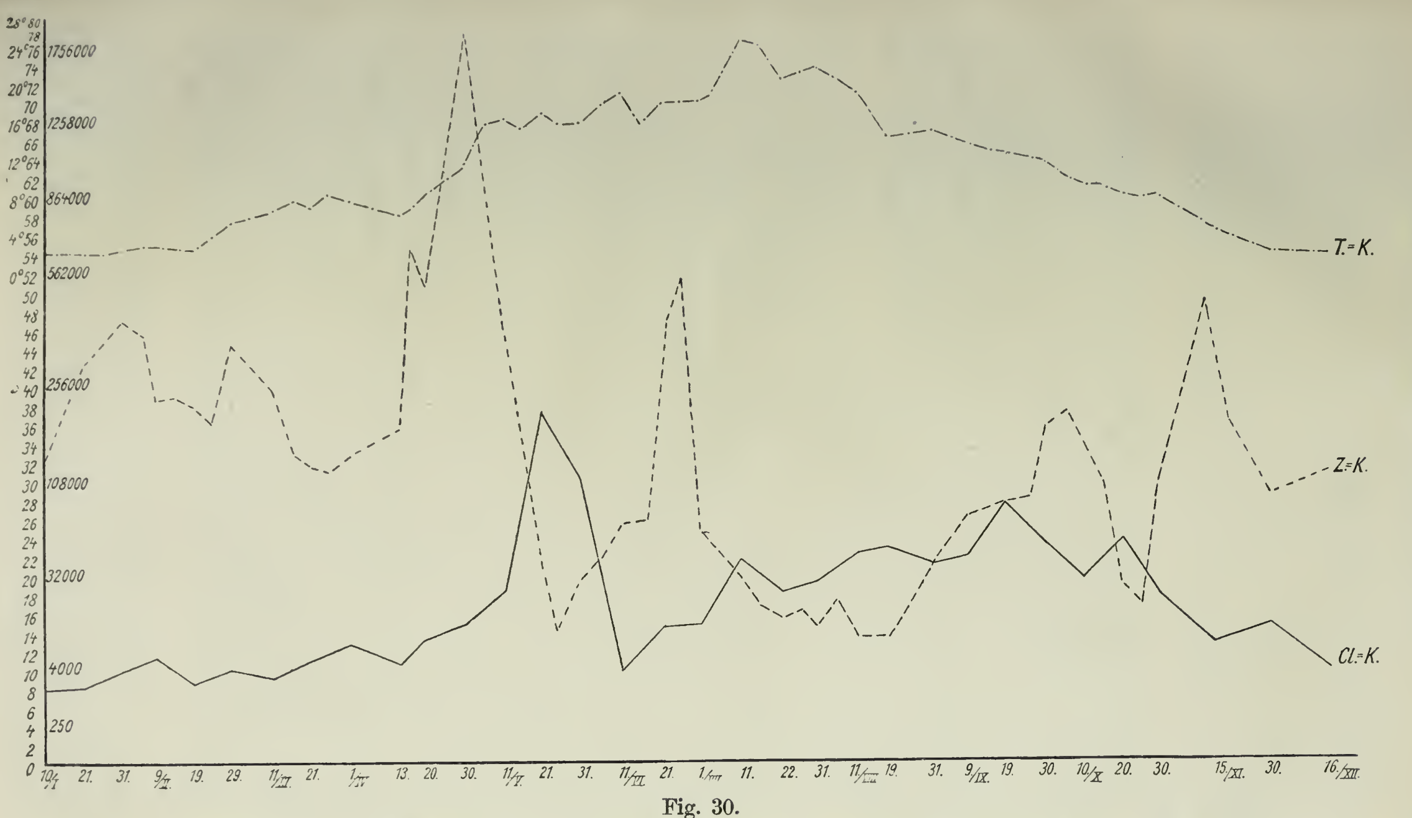


Fig. 30.

Cladocerenkurve. *Cl-K*, Cladocerenkurve, *Z-K*, Zentrifugenplanktonkurve (Kugelkurven); *T-K*, Temperaturkurve (Linearkurve).

Nach diesen Ergebnissen muß es in Übereinstimmung mit DIEFFENBACHS Befunden für Rotatorien als auch für Cladoceren »als ausgeschlossen gelten, daß sich diese Planktozoen im Sinne der PÜTTERschen Lehre von gelösten organischen Substanzen ernähren «, sondern lediglich geformte Nahrung aufnehmen. Hierdurch sind weiter KNÖRRICHS Behauptungen widerlegt.

Schwieriger läßt sich eine Beziehung zwischen den Copepoden und dem Z-Plankton herauslesen (Fig. 31). Es ist das einerseits in den geringen Schwankungen der Individuenmengen, anderseits in der immerhin langsamen Entwicklung dieser Formen begründet. Trotzdem kann man auch hier, wie bereits DAKIN[1] vermutete, eine Abhängigkeit der Konsumenten von den Nahrungsproduzenten konstatieren, nur kommen diese Verhältnisse weniger scharf zum Ausdruck. Dies ist durchaus verständlich, wenn man bedenkt, daß die Entwicklung eines Copepoden längere Zeit in Anspruch nimmt.

Wie ist nun das Steigen und Zurückgehen der Individuenzahlen dieser Kurve zu erklären? Ich habe die erwachsenen Tiere mit den Jugendstadien hier zusammen graphisch dargestellt. Ein Blick auf die getrennt eingezeichnete Nauplienkurve ergibt, daß die Schwankungen der Gesamtcopepodenkurve zu einem großen Teile durch die Anzahl der Nauplien verursacht werden. Weiterhin muß aus dem Frühlingsmaximum geschlossen werden, daß in Perioden größerer Z-Planktonmengen die Entwicklung dieser Kruster gefördert wird. Es ist daher als wahrscheinlich anzunehmen, daß sich dieselben nicht, wie DIEFFENBACH glaubt, nur von Detritus ernähren, sondern daß die Periodizität der pelagischen Formen dieser Tiergruppe direkt vom Z-Plankton abhängig ist, insofern als seine Quantität die Zahl der Nauplien mit bedingt. Dies gibt sich umso deutlicher zu erkennen, je größer die Anzahl der gleichzeitig vorhandenen Männchen und Weibchen ist. Daß Copepoden auch Detritus, vor allem die im Wasser suspendierten, zahlreichen tierischen Exkremente aufsuchen, habe ich selbst beobachten können. Letztere haben jedoch nie einen Einfluß auf die Geschlechtsperioden erkennen lassen, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß für pelagische Copepoden Detritus als Nah-

[1] "... A certain relation seems to exist between the times of maxima of the Copepoda in the sea, and those of the phytoplankton. It may be that these directly affect one another or both may be conditioned by other causes at present unknown." Intern. Rev. Bd. I., 1908. DAKIN, Notes on the Alimentary Canal and Food of the Copepoda.

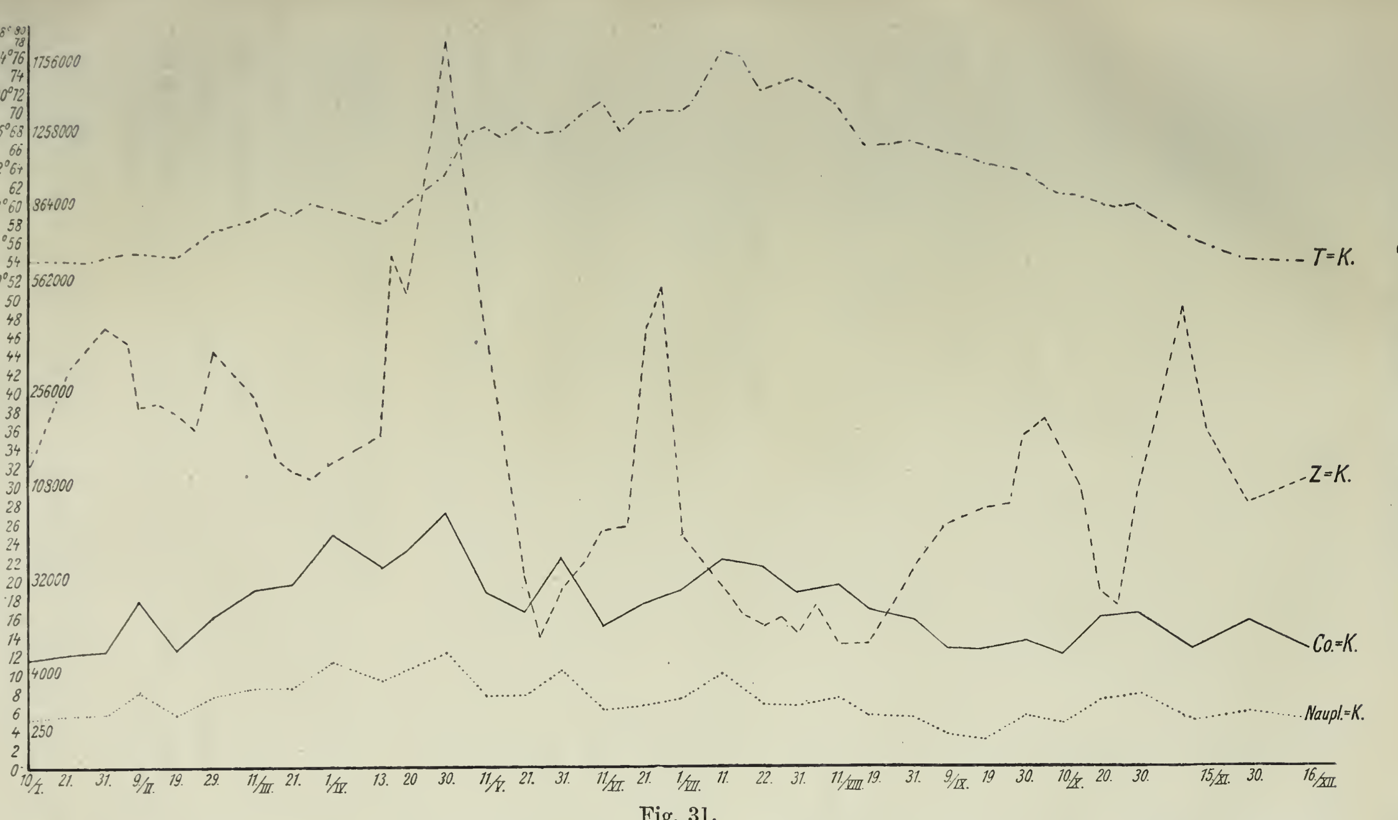


Fig. 31.

Copepodenkurve. *Co-K*, Copepodenkurve, *Naupl.-K*, Nauplienkurve, *Z-K*. Zentrifugenplanktonkurve (Kugelkurven): *T-K*, Temperaturkurve (Linearkurve).

rung erst in zweiter Linie von Bedeutung ist. Der PÜTTERsche Ernährungsmodus ist auch bei dieser Tiergruppe auszuschalten. Ihr Sommerminimum fällt mit dem Tiefstand der Zentrifugen-Rotatorien- und Cladocerenkurve bei gleichzeitig hoher Entfaltung der *Microcystis*-Wasserblüte zusammen. Es wäre diese Erscheinung höchst merkwürdig, wenn die zu dieser Zeit im See besonders reichen Abfallstoffe den Copepoden in gleichem Maße als Nahrung dienen würden.

Hierzu möchte ich als eine weitere Tatsache die Fettkörperbildungen der erwachsenen *Cyclops* und *Diaptomus* unterhalb des Darmes und in der Gegend der Mundöffnung anführen. Dieses Fettkörpergewebe war im April, Juni und Oktober bis November, als die größten Z-Planktonmengen im See vorhanden waren, ausgebildet und zeigte intensive Karotinfärbung. WAGLER hat in Kulturen an *Daphnia longispina* nachgewiesen, daß diese Erscheinungen offensichtlich Anzeichen einer guten Ernährung sind. Bei *Daphnia*, *Bosmina* und *Diaphanosoma* des Sees dokumentierte sich letztere nur in einem Auftreten zahlreicher Fettröpfchen.

Wenn von einigen Forschern die omnivore Lebensweise der Copepoden damit begründet wird, daß das Plankton mancher Seen diese Kruster enthalten hätte, während die ihnen als Nahrung dienenden Algen fehlten, so ist dieser Umstand lediglich auf die Unzulänglichkeit der früheren Planktonmethoden zurückzuführen. AMBERG hat sich durch Beobachtungen am Katzensee ebenfalls in dieser Weise für die Copepoden entschieden: »durch die Möglichkeit der Copepoden, auch unter dem Eise üppig zu gedeihen und sich sogar zu vermehren«. Meine Untersuchungen haben erwiesen, welche Mengen an Nähralgen, auch entgegen RUTTNERS[1] Meinung, im Winter in einem Gewässer vorhanden sein können.

Betrachten wir jetzt vergleichsweise Rotatorien-, Cladoceren- und Copepodenkurve gemeinsam in ihren Beziehungen zum Nannoplankton, so ergibt sich die wichtige Tatsache, daß unter den Nahrungskonsumenten eine beträchtliche Konkurrenz vorliegt. Es wurde bereits erwähnt, daß die Maxima der verschiedenen Arten nicht zusammenfallen, sondern zeitlich differieren. »Der schwächere Organismus muß dem stärkeren in dem Kampfe um die Nahrung unterliegen, da er ein Anwachsen des Nahrungskonkur-

[1] ». . . Das Phytoplankton, das ja ohnehin im Winter und insbesondere unter schneebedeckter Eisfläche stark zurücktritt, blieb unberücksichtigt . . .« Int. Rev. Bd. II. 1909. RUTTNER, Über tägliche Tiefenwanderungen von Planktontieren unter dem Eise und ihre Abhängigkeit vom Lichte.

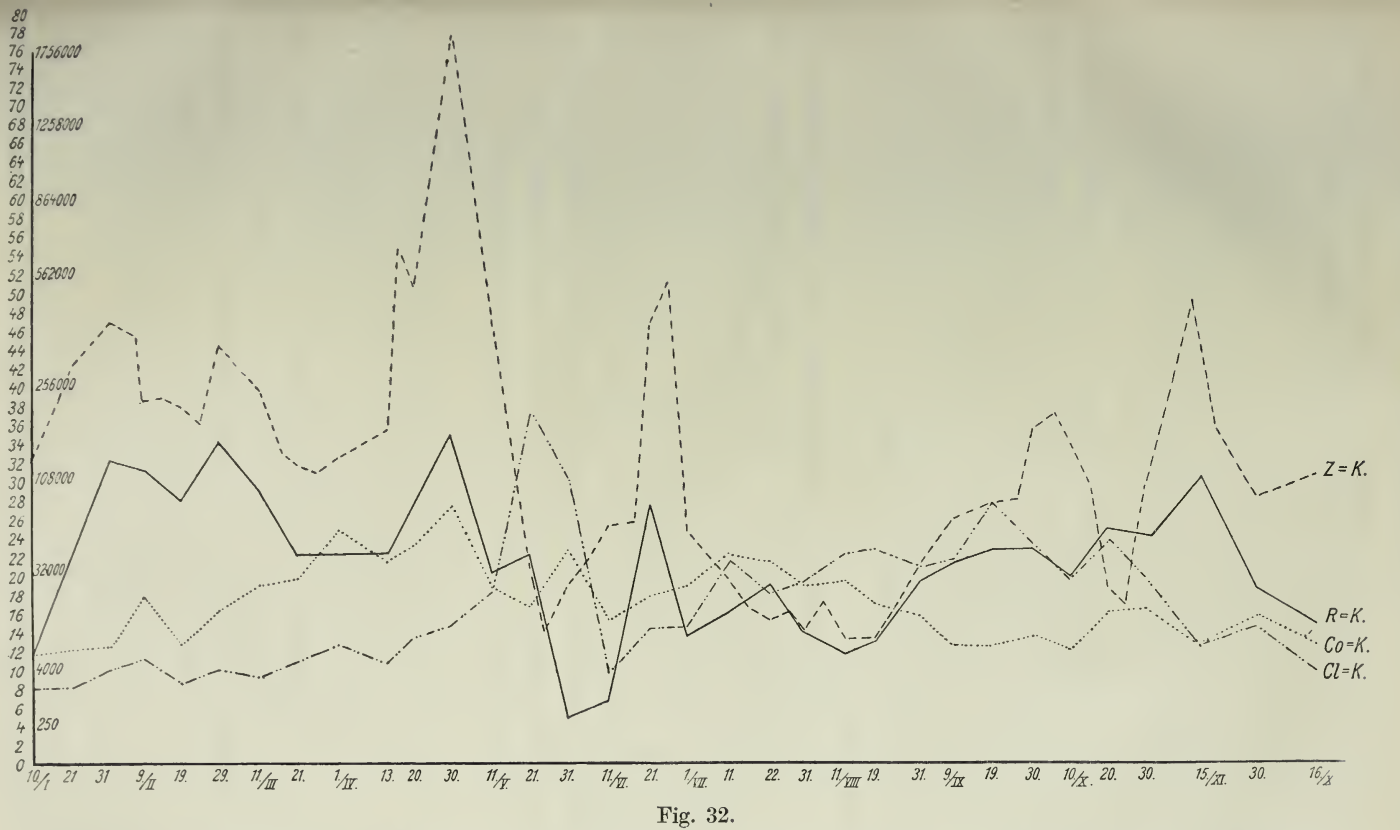


Fig. 32.

Gesamtplanktonkurven. *R-K*, Rotatorienkurve, *Cl-K*, Cladocerenkurve, *Co-K*, Copepodenkurve, *Z-K*, Zentrifugenplanktonkurve (Kugelkurven).

renten nicht verhindern kann.« Hierbei spielt die raschere oder langsamere Entwicklungsdauer der einzelnen Formen eine bedeutende Rolle. Am offensichtlichsten macht sich die Unterdrückung der Rotatorien durch die Cladoceren bemerkbar. Immer verursacht ein Steigen ihrer Individuenzahl ein Sinken der Nahrungsdichte und hierdurch der Rotatorienkurve. Ferner macht sich in dieser Hinsicht auch der Einfluß der Copepoden geltend. Sie kommen in erster Linie für Rotatorien, in geringerem Maße für Cladoceren in Betracht. So wurde z. B. der Abfall der Nahrungs- und Rädertierkurve im Februar und Ende März im wesentlichen durch sie herbeigeführt. Der Konkurrenzkampf läßt sich am besten aus Fig. 32 erkennen; eine Erläuterung ist hier überflüssig. Ein Blick auf diese Kurven wird rascher und vollständiger ein Bild der Verhältnisse entwerfen als Worte es können. Hierdurch erfährt zugleich meine Behauptung, daß die pelagischen Copepoden ebenfalls auf das Z-Plankton als Nahrung angewiesen sind, eine weitere Bestätigung.

Eine Beziehung der Temperatur zu den Gesamtperiodizitätskurven des Netzplanktons konnte ich nicht ermitteln. Daß die Temperatur des Wassers einen Faktor in der Regelung des Lebenscyclus gewisser Planktozoen abgibt, ist zweifellos, doch ist er weitaus überschätzt worden. Maxima- und Minimaperioden können sich im Lebenskreis einer Art an einem bestimmten Orte scheinbar nach den Jahreszeiten richten und doch von der Nahrung beeinflußt sein. Für das zeitlich verschiedene Auftreten gerade der wichtigsten Planktonorganismen in Seen kann man den Temperatureinfluß fast ausschalten. Das Verhalten vereinzelter Arten, sich zu einer bestimmten Zeit zu entwickeln, liegt höchstwahrscheinlich »in einer inneren durch Anpassung und Vererbung erworbenen Entwicklungstendenz« begründet.

Indirekt ließ sich eine Abhängigkeit der Zooplanktonten von der Temperatur insoweit konstatieren, als die Hauptentfaltung der Nahrungsorganismen mit der Frühjahrs- und Herbstcirculationsperiode des Wassers zusammenfiel. Zur Zeit höchster sommerlicher Erwärmung zeigt die Z-Planktonkurve ihren Tiefstand, im Winter, zur Zeit beträchtlichster Abkühlung, ein Cyclotellenmaximum, das für dänische Seen (Wesenberg-Lund) als für baltische und alpine Seen charakteristisch ist. Einen Zusammenhang zwischen Herbstcirculation des Wassers und der Entfaltung der Diatomeen hat bereits Whipple in den seichten Seen bei Boston beobachten können. Im Gegensatz zu den meisten größeren Gewässern war im Mansfelder See nur ein herbstliches Diatomeenmaximum ausgebildet, während zur Zeit der Frühjahrs-

circulation des Wassers durch die Zentrifuge für Diatomeen nur geringe Zahlen festgestellt wurden.

Zusammenfassung: Es vollzieht sich somit in jedem Gewässer die Planktonproduktion nach einer ihm eignen Gesetzmäßigkeit. Es handelt sich um einen beständigen Kampf um die Nahrung, der überall eine eigne Form annehmen muß, da das Zentrifugenplankton in seiner Entwicklung von den jeweiligen physikalisch-chemischen Faktoren abhängig ist.

Das Lebensgetriebe im Plankton des Mansfelder Sees 1912 kann in großen Zügen folgendermaßen skizziert werden: Mit der Frühjahrscirculation im März und April trat eine gewaltige Vermehrung des Z-Planktons, welches sich zu dieser Zeit in der Hauptsache aus Schwärmsporen und *Microcystis*-Entwicklungsstadien rekrutierte, ein. Sie bedingte zugleich ein rasches Anwachsen der Rotatorienzahl, dem eine schnelle Abnahme durch die Entfaltung der Cladoceren folgte. Der beträchtliche Verbrauch an Nahrung durch diese Organismen hatte ein tiefes Absinken der Z-Planktonkurve bewirkt und im Juni das Sommerminimum des gesamten Netzplanktons zur Folge. Erst jetzt konnten sich die Nahrungsalgen (*Pleurococcus punctiformis*) ihrer geringen Entwicklungsdauer entsprechend gleichzeitig mit Rotatorien wieder bedeutend entfalten. Das Maximum der Rotatorien- (Juni) und Cladocerenkurve (Juli) erreichte in anbetracht der geringeren Nahrungsdichte bedeutend niedrigere Werte. Im September begann mit der Herbstcirculation des Wassers die Entwicklung der Cyclotellen. *Cyclotella Meneghiniana* verursachte infolge geringeren Nahrungswertes Schwankungen des Netzplanktons nicht in dem Maße wie *Cyclotella hyalina.*

Mit dem Erscheinen der jungen *Microcystis*-Stadien Ende März 1913 begann dieser Cyclus von neuem. Er wiederholte sich, wie ich aus einem Vergleiche der Fänge von 1912 mit denjenigen von 1911 und 1913 feststellen konnte, jedes Jahr in ähnlicher Weise.

Es können aber in demselben Gewässer zeitliche Verschiebungen und beträchtliche quantitative Abweichungen in den verschiedenen Jahreszeiten eintreten, die naturgemäß auch in der Periodizität der einzelnen Spezies zum Ausdruck kommen. Die Ursache dieser Veränderungen ist sicher zum Teil die Nahrung.

Als Beispiel will ich die folgende Beobachtung anführen. Sommer und Herbst der Jahre 1911 und 1912 waren in bezug auf Wärme und Besonnung ganz verschieden (abnorm warmer und trockener Sommer und Herbst 1911, umgekehrt 1912). Die Cyclotellen zeigten infolgedessen

in ihrer temporalen Verteilung 1911 ein andres Verhalten als 1912. Ihre Maximalperiode trat in jenem Jahre erst im November ein und hatte eine parallele Verschiebung der Periodizität des Netzplanktons zur Folge. So konnten im September und Oktober 1911 *Bosmina*, Rotatorien und auch *Daphnia* nur in wenigen Exemplaren im See nachgewiesen werden, während *Diaphanosoma* und die Copepoden in beiden Jahren quantitativ nur wenig differierten. Die Untersuchung des Z-Planktons ergab gleichzeitig sehr geringe Zahlen, kaum $^1/_{20}$ der Menge des nachfolgenden Jahres. Da mir genauere Werte nicht zur Verfügung stehen, möchte ich auf diese Verhältnisse hier nicht weiter eingehen. Höchstwahrscheinlich lassen sie sich direkt durch das späte Eintreten der Herbstcirculation und die hiermit im Zusammenhang stehende längere Anwesenheit der *Microcystis*-Wasserblüte im Plankton erklären.

2. Einfluß des Zentrifugenplanktons auf die Verteilung des Netzplanktons.

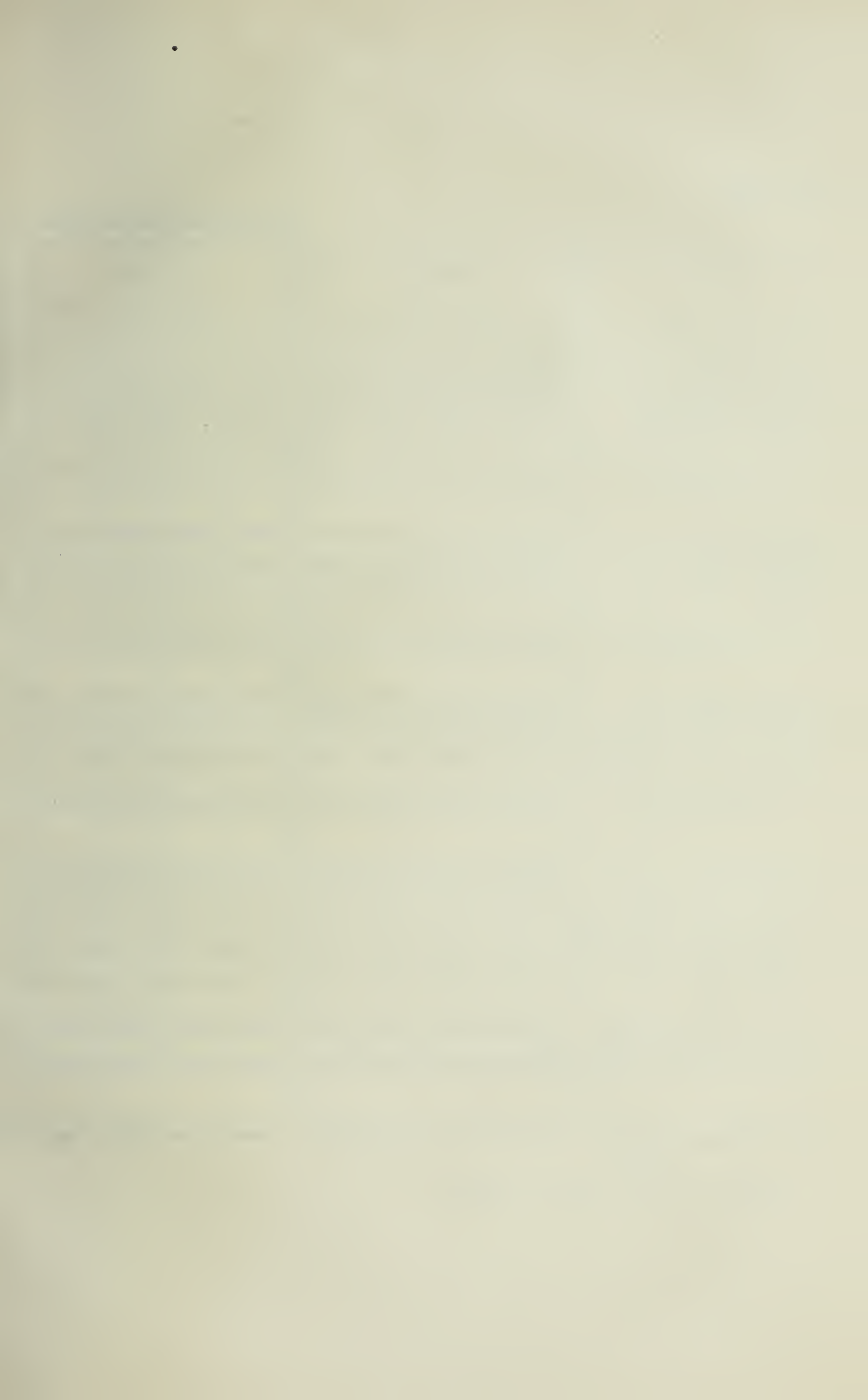
Das noch ungelöste Problem der Verteilung der Planktonten hat durch Dieffenbachs Untersuchungen in Teichen und Tümpeln für größere Gewässer neue Gesichtspunkte gewonnen. Zum ersten Male wurde von mir in einem flachen Seebecken neben den physikalischen und chemischen Faktoren auch die Verteilung des Zentrifugenplanktons berücksichtigt. Die Beobachtungen haben interessante Verteilungsverhältnisse gezeigt und mehrfache Korrekturen der bis jetzt bekanntgewordenen Tatsachen über die Verteilung nötig gemacht.

Horizontale Verteilung.

Was die horizontale Verbreitung des Planktons anbetrifft, so ist man auf Grund der Untersuchungen Apsteins, Burckhardts und Zacharias' wohl allgemein der Ansicht, daß sie in der pelagischen Region eines Sees als gleichmäßig betrachtet werden muß. Zu demselben Resultate sind in größeren, flachen Gewässern auch Amberg (Katzensee), Birge (Lake Mendota), Reighard (Lake St. Clair), Frič und Vávra (Unterpočernitzer und Gatterschlager Teich) gelangt.

Doch ist der Streit über diese Frage noch keinewegs beendet.

Nach meinen Befunden ist die horizontale Verteilung sowohl des Zentrifugen- wie Netzplanktons in der pelagischen Zone des Mansfelder Sees qualitativ wie quantitativ überraschend gleichmäßig zu nennen. Schon der kontinuierliche Verlauf der Periodizitätskurven der Planktozoen läßt keine Andeutung einer ungleichen Verteilung erkennen. Schwärme oder ähnliche Zusammen-



Horizontalverteilung 22./VII. 1912. 1

	0—1/2 m				1/2—1 m				
	I	IIa	IIb	III	I	IIa	IIb	III	I
Anuraea aculeata	4020	4750	5890	4920	2870	2430	4640	3850	390
Polyarthra platyptera	2250	2080	2450	3200	2200	1550	2180	2960	167
Asplanchna priodonta	310	270	320	280	300	160	240	200	10
Rotatorien	6580	7100	8660	8400	5370	5140	7060	7010	567
Diaptomus salinus	2500	2770	2800	2150	2850	2400	2320	3330	245
Cyclops strenuus	1380	1460	1170	1310	1860	2130	2560	2300	115
Nauplien	3100	2240	2570	1950	2100	1680	1600	1800	98
Copepoden	6980	6480	6540	5410	6810	6210	6480	7430	458
Bosmina longirostris	3950	2850	3720	3330	1720	*1570	1940	1340	153
Daphnia longispina-galeata	1920	1570	1230	1820	1270	*1570	2050	1610	135
Diaphanosoma brachyurum	1100	1280	930	960	1450	*1230	960	1100	135
Cladoceren	6970	5700	5880	6110	4440	*4370	4950	4050	42[illegible]
I Schwärmer	15600	14000	10300	12400	10600	13100	13200	11500	86
II *Cryptomonas ovata*	1700	1900	2100	1900	1200	800	1700	1400	27
III *Scenedesmus quadricauda*	500	300	600	700	700	400	400	600	8
IV *Cyclotella Meneghiniana*	1100	800	1000	900	300	300	400	400	5
V *Bodo celer*	500	600	500	400	400	600	500	500	3
(in 10 ccm) Z = Plankton	29400	17600	14500	16300	12200	15200	16200	14400	129
(in 20 Liter) Netz = Plankton	20530	19280	21080	19920	16620	15720	21490	18490	144

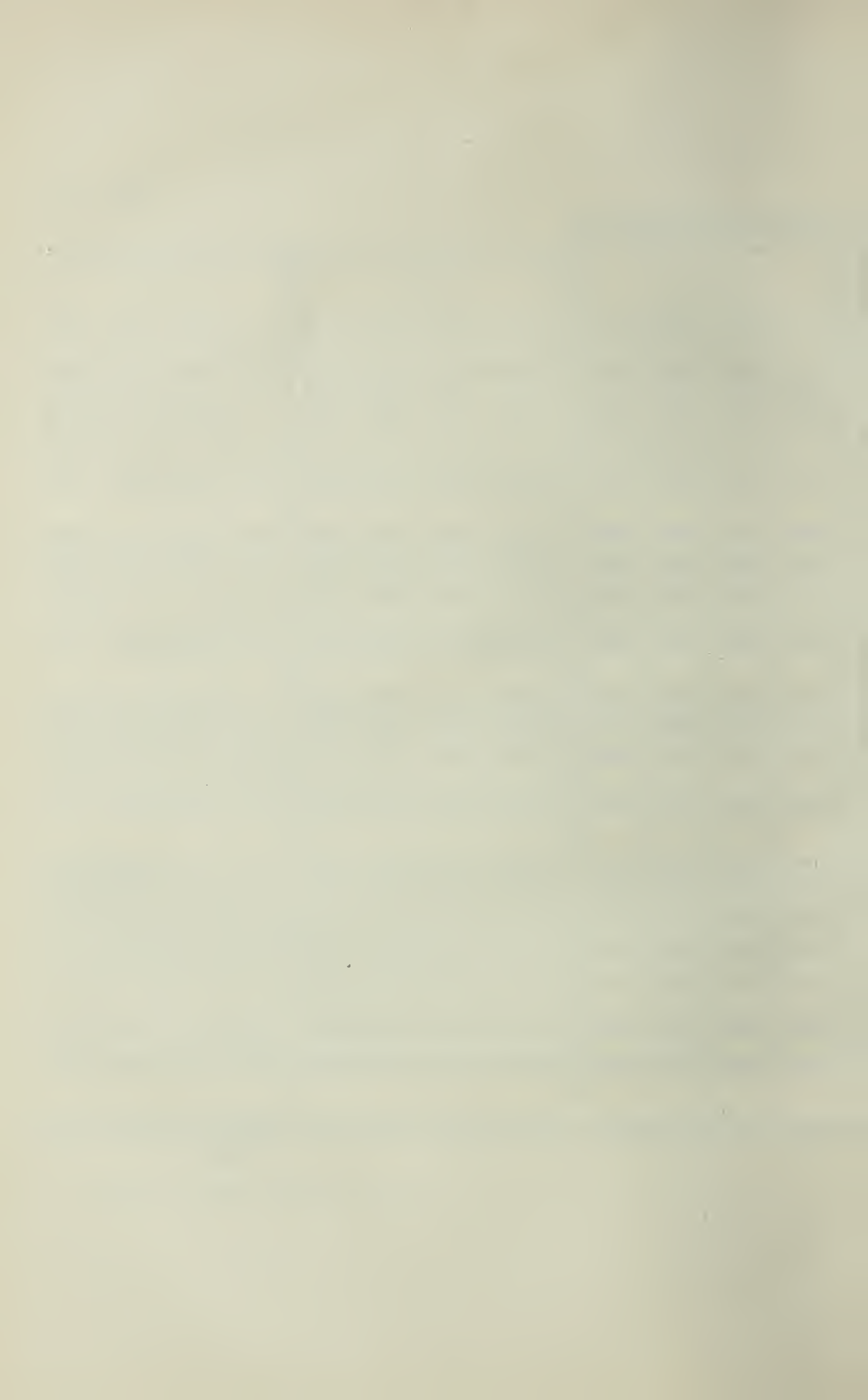
Anmerkung: Auf dieser Tabelle sind die mit einem * versehenen Zahlen durch Berechn gingen.

[.

leicht bewegt. Himmel bedeckt, trüb.

	2—4 m				4—6 m				6—7 m			
III	I	IIa	IIb	III	I	IIa	IIb	III	I	IIa	IIb	III
2960	3020	3340	4530	2990	1890	2480	2410	2100	1770	2340	1810	1650
1540	1500	1460	1530	2300	1230	930	1650	1710	310	240	140	120
120	80	50	40	100	20	40	50	30	10	30	40	30
4620	4600	4850	6100	5390	3140	3450	4110	3840	2090	2610	1990	1800
2600	3100	2640	2760	2550	2750	4590	1970	2400	5040	7090	7780	4500
1730	1400	1230	930	1120	1370	1280	1150	990	1220	1120	910	1100
1350	1180	1970	2020	1270	1010	1120	1300	1160	750	980	960	690
5680	5680	5840	5710	4940	5130	6990	4420	4550	7010	9190	9650	6290
1310	1280	1370	1480	1190	1190	1270	1280	1000	180	290	370	310
1140	1150	1070	1200	900	690	750	850	620	670	960	880	650
1270	1550	1500	1330	1370	780	950	990	840	690	910	1170	760
3720	3980	3940	4010	3460	2660	2970	3120	2460	1540	2160	2420	1720
9000	7800	9400	8400	8200	6900	9100	* 7700	7300	5900	7100	5500	6300
2700	1800	2000	2300	2100	1900	2400	* 2600	2000	1400	1100	800	1000
600	500	300	400	500	400	300	* 300	300	300	300	200	400
300	400	400	600	500	600	500	* 400	400	600	800	400	600
500	500	300	500	400	100	100	* 100	200	200	300	600	100
13100	11000	12400	12200	11700	9900	12400	*11100	10200	8400	9600	7500	8400
14020	13760	14630	15820	13790	10930	13410	11650	10850	10640	13960	14060	9810

erpolationswerte, da die betreffenden Planktonproben durch einen unglücklichen Zufall verloren



scharungen einzelner Planktonten habe ich nie beobachtet. Diese Gleichmäßigkeit erstreckte sich auf alle pelagischen Seebezirke.

Tab. XII möge hierzu als Illustration dienen. In ihr sind die Fangzahlen von drei Fängen aus den Teilen I, II und III des Sees (vgl. Karte), und zwar aus den gleichen Tiefen gegenübergestellt. Die Entfernung zwischen den einzelnen Untersuchungsstellen konnte etwa 800 m betragen, außerdem ist noch ein Fang aus dem Bezirke II, etwa 30 m von der ersten Fangstelle entfernt, angeführt.

Die hier wiedergegebenen Zahlen stellen nur einen Auszug aus den Zählprotokollen dar, wo die Tiere auch nach Geschlecht und Alter unterschieden wurden. Der Übersichtlichkeit wegen sind in den folgenden Tabellen nur die Gesamtzahlen angeführt, da die jungen und die geschlechtsreifen erwachsenen Tiere, ebenso die vorhandenen Männchen und Weibchen in bezug auf die Verteilung ein gleiches Verhalten an den Tag legten.

Apstein führt die gleichmäßige horizontale Verbreitung auf die gleichmäßige chemische Zusammensetzung des Seewassers und die dadurch bedingte gleichmäßige Verteilung der pflanzlichen Nahrung zurück. Da nach meinen Befunden das Z-Plankton horizontal gleichmäßig verteilt ist, — selbst eine Zusammenscharung von Z-Planktonten, die eine Eigenbewegung besitzen, wie Schwärmsporen und Flagellaten, konnte nie beobachtet werden — und ein direktes Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Nahrungsorganismen und der gesamten Planktontierwelt nachgewiesen werden konnte, so ist es vollauf berechtigt, die gleichförmige Verbreitung des tierischen Planktons mit einer solchen des Nannoplanktons in Zusammenhang zu bringen. Die Annahme Ambergs, daß in kleinen Seen das Gewässer selbst die »planktonische Verbreitungseinheit« sei, hat sich bestätigt.

Ein von diesen Beobachtungen abweichendes Verhalten in der freien Region des Wassers ergaben regelmäßige Fänge in der freien Wasserzone der kleineren, schon litoralen Charakter aufweisenden Buchten. Während in den Wintermonaten die Fänge aus Bezirk I und II (vgl. Karte) eine ganz ähnliche Zusammensetzung zeigten, und eine Abnahme der limnetischen Organismen erst in der Nähe der Ufer festzustellen war, konnte ich im Hochsommer nur wenige pelagische Planktonformen hier nachweisen, obwohl das Z-Plankton eine gewaltige Zunahme aufwies und mitunter nahezu das Zwanzigfache der Menge wie in der freien Wasserfläche des offenen Sees erlangte. Die größten Werte erreichte ein kleiner farbloser Flagellat, den ich leider nicht bestimmen konnte. Auch *Cryptomonas erosa* war in bedeutend größerer

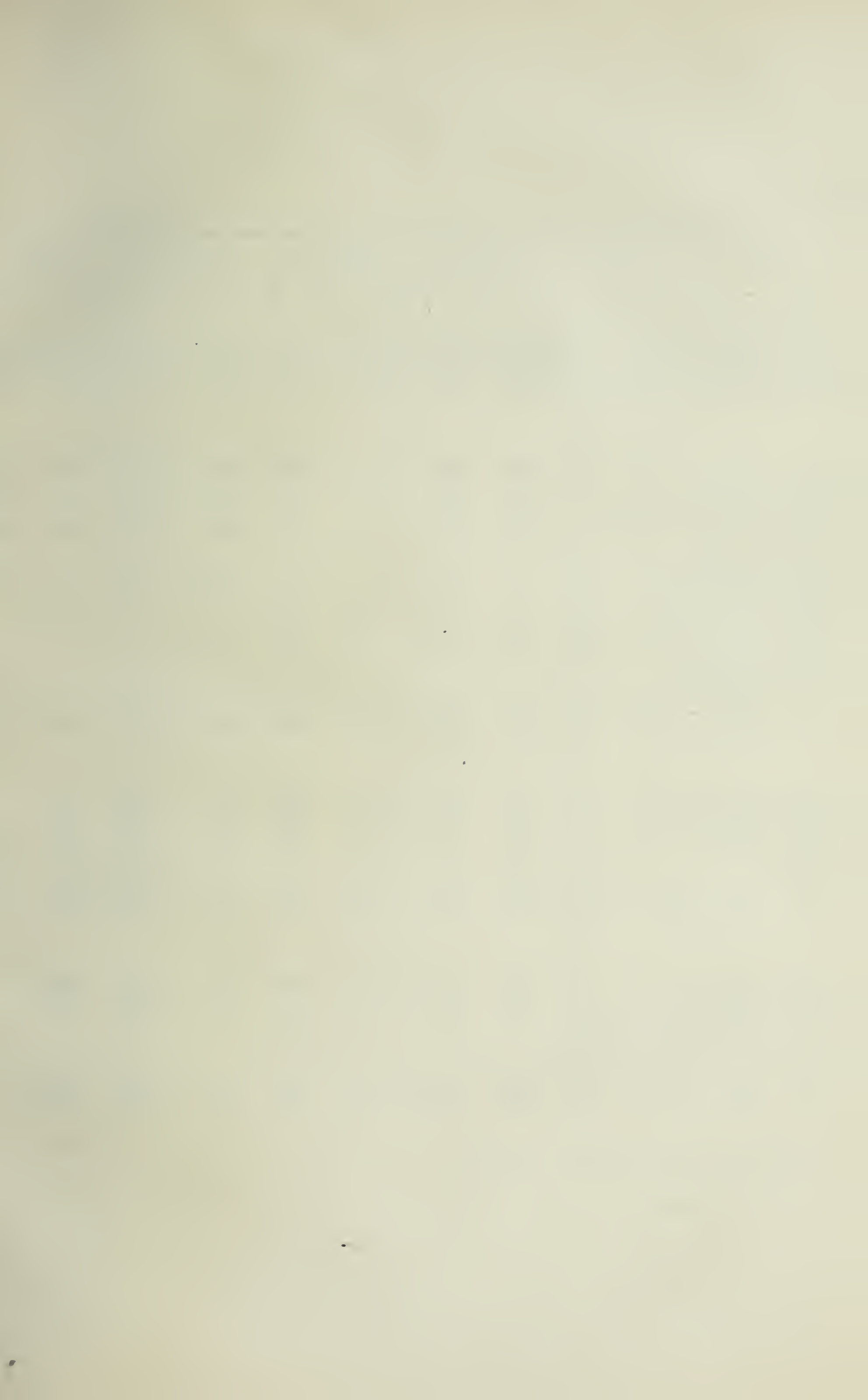
Anzahl vertreten. *Cyclotella Meneghiniana, Raphidium polymorphum* und *Scenedesmus quadricauda* dagegen zeigten in dieser Beziehung keine Unterschiede.

Es müssen mithin Faktoren auf die Verteilung des tierischen Planktons in diesen litoralen Buchten einwirken, die hier den Nahrungseinfluß ausschalten. Für diese Erscheinung muß in erster Linie die größere Masse zersetzungsfähiger organischer Nährstoffe verantwortlich gemacht werden. Sie bieten zwar für das osmotisch sich ernährende Nannoplankton günstige Existenzbedingungen dar, führen aber im Sommer durch bakterielle Fäulnisprozesse und Wucherung pflanzlicher und tierischer Saprobien eine chemische Veränderung des umgebenden Mediums, vor allem einen bedeutenden Verbrauch an Sauerstoff herbei, der auf das an größere Sauerstoffmengen gebundene Netzplankton ungünstig wirken muß, und den die zahllosen Individuen sauerstoffproduzierender Algen nicht zu decken vermögen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Empfindlichkeit der einzelnen Zooplanktonten gegenüber dem Sauerstoffmangel außerordentlich verschieden ist. Ein nur geringes Sauerstoffbedürfnis besaßen mehrere Rotatorienarten, vor allem *Anuraea cochlearis.* (1./VII. in 20 l Seewasser: Bucht IV = 5300; See II = 1; 23./VII. in 20 l Seewasser: Bucht IV = 2250; See II = —). Am empfindlichsten erwiesen sich die Cladoceren *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia longispina,* sowie *Diaptomus salinus,* die in den heißen Monaten die litoralen Gebiete ganz mieden. Tab. XIII wird das Gesagte noch näher erläutern.

Etwas andre Verhältnisse wurden in dieser Hinsicht in der Uferregion des Bindersees angetroffen, welcher eine dichte Wasserpflanzenzone aufweist. Dort waren im Sommer das Z-Plankton und auch die pelagischen Zooplanktonten in nur geringen Mengen vertreten. Sollte hier vielleicht der Einfluß der reich entwickelten Litoralfauna als Nahrungskonkurrent oder ein solcher der Lichtintensität auf das Zooplankton in Frage kommen? Ich möchte nicht versäumen, auf die Arbeiten von Woltereck und Burckhardt hinzuweisen. Ersterer erklärt das Phänomen der Uferflucht als »Berührungs-Reaktion«, letzterer hingegen sieht als Ursache »aktive Lichtflucht« an.

Vertikale Verteilung und tägliche Wanderungen.

Komplizierter als die horizontale repräsentiert sich die ungleiche vertikale Verteilung in einem See, weil sie in den verschiedenen Gewässern ein andres Gepräge aufweist. Schon seit Jahrzehnten ist auch



Zu S. 594.

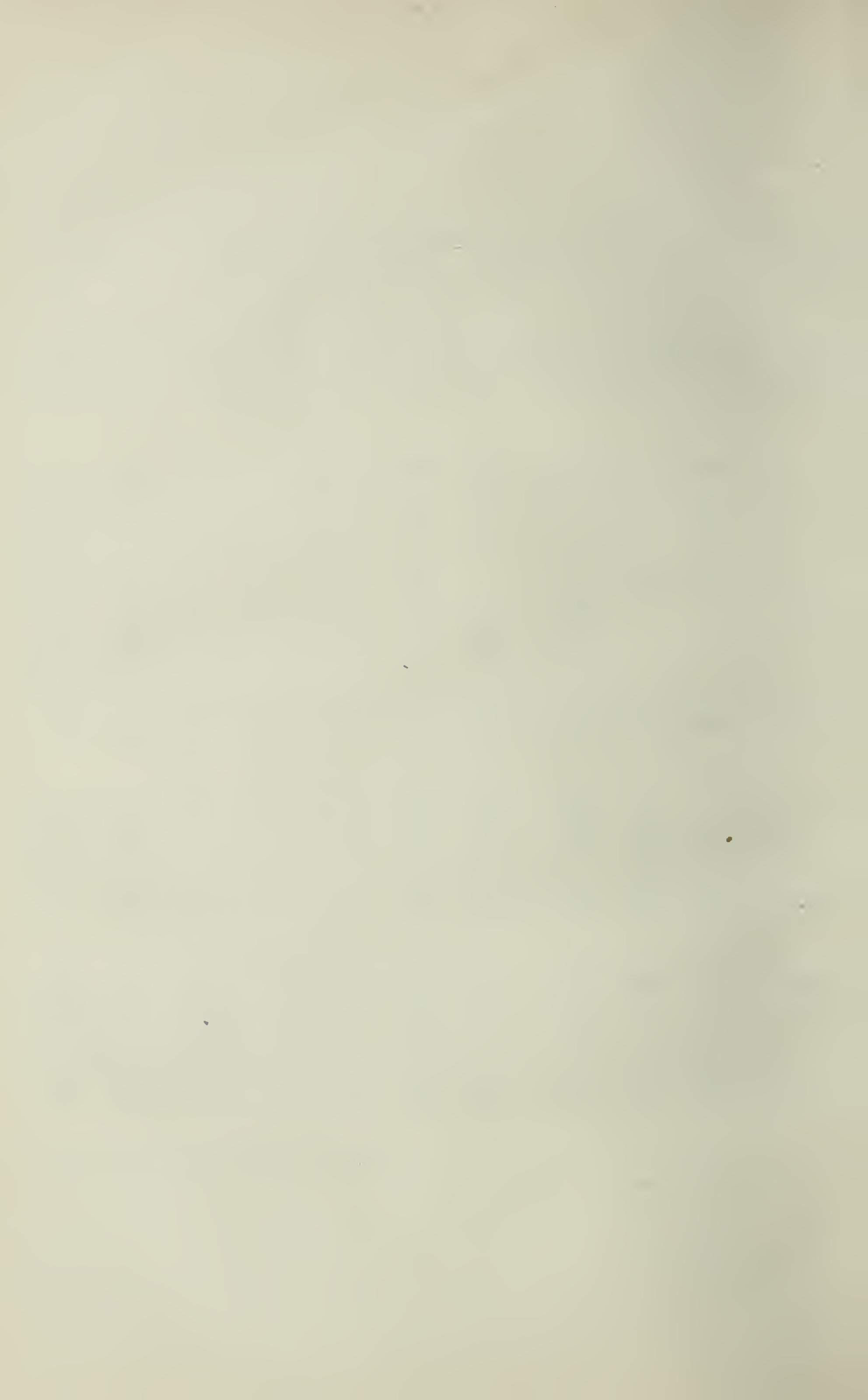
T

Fäng

Zeit / Ort	21./I. II	21./I. B I	19./II. II	19./II. B I	29./II. II	29./II. B I	21./III. II	21./III. B I	
(in 10 ccm) Z = Plankton	362000	306000	127600	111000	171600	130500	144400	180000	61
(in 20 Liter) Netz = Plankton	9190	8130	5940	5550	22880	18660	12460	10600	2
Anuraea aculeata	7560	6800	4580	4260	16780	12230	2230	2660	
Triarthra terminalis-maior	67	130	70	40	210	180	1	—	
Brachionus angularis-bidens	450	400	90	220	2680	1190	4820	3700	1
Brachionus pala	—	—	—	—	—	—	—	—	
Asplanchna brightwelli	—	—	—	—	—	—	—	—	
Polyarthra platyptera	—	—	—	4	—	—	—	—	
Anuraea cochlearis	—	—	27	60	—	—	—	—	
Synchaeta pectinata	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rotatorien	8077	7330	4747	4584	19670	2600	7051	6360	
Diaptomus salinus	240	110	340	21	360	10	540	10	
Cyclops strenuus	70	27	40	32	190	180	1030	800	
Nauplien	720	550	550	630	2340	2570	3060	2620	
Copepoden	1030	687	930	683	2890	2760	4630	3430	
Bosmina longirostris	75	110	230	280	325	2300	780	810	
Daphnia longispina-galeata	7	4	10	—	—	—	1	—	
Diaphanosoma brachyurum	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cladoceren	82	114	240	280	325	2300	781	810	

iefe.

21./V.		11./VI.		28./VII.		31./VIII.		19./IX.		30./X.	
II	B I	II	B I	II	B I	II	B I	II	B I	II	B I
23000	16400	86000	180300	10000	195500	40000	180400	53000	66100	100400	93600
82860	46160	2690	750	16540	4380	10520	3330	21190	17340	8490	9010
32	—	9	—	3590	1410	620	160	2290	2200	140	170
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	80
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	40	130
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	32	105	320?	45	—	960	10	225	310	1020	880
14500	3290	—	—	1810	860	2270	800	1870	1790	2590	3070
—	—	—	—	1	990	1730	1670	2740	3280	1770	2290
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	27
14672	3322	114	320	5446	3260	5580	2640	7126	7580	5627	6647
250	—	810	—	2600	—	120	—	170	160	25	—
53	—	25	—	1800	80	910	80	540	330	160	70
1030	960	1200	320	1860	980	750	53	450	—	1190	690
1333	960	2035	320	6260	1060	1780	133	1160	490	1375	760
63630	40990	290	90	2210	53	2170	530	11700	8790	1360	1520
3220	890	250	16	1570	3	80	27	210	140	120	80
—	—	—	—	1050	—	910	—	990	340	13	
66850	41880	540	106	4830	56	3160	557	12900	9270	1493	1607



diese Erscheinung beobachtet und aus allen tieferen Seen oft beschrieben worden. Eine befriedigende Erklärung für dieses Verhalten aber fehlt noch. Bisher hat man es ausschließlich auf Gründe physikalischer Natur zurückzuführen versucht (WEISMANN, FUHRMANN). Erst BURCKHARDT deutet einen eventuellen Einfluß der Nahrung an. Dieser hat sich nach DIEFFENBACHS Beobachtungen als die direkte Ursache der ungleichmäßigen Vertikalverteilung der pelagischen Rotatorien in dem von ihm untersuchten Teiche erwiesen: Zu jeder Jahreszeit, bei den verschiedensten Witterungsverhältnissen konnte er »die pelagischen Rädertiere und ihre Nahrungsorganismen an allen Stellen des Limnetikums in einer Zone, die etwa $1/2$ m unter dem Wasserspiegel lag, in ungleich größeren Mengen antreffen als in den darunter- und darüberliegenden Wasserschichten«.

Die vertikale Verteilung der Planktonten des Mansfelder Sees, welcher in seinem biologischen Charakter vielmehr eine Mittelstellung zwischen Teich und See einnimmt, ist im Laufe des Jahres einem bestimmten Wechsel unterworfen. THALLWITZ konnte im Moritzburger Großteich bei Dresden eine zonar und periodisch verschiedene Verteilung des Planktons nicht nachweisen. Zu diesem Resultat kam er jedenfalls nur durch Anwendung der für das quantitative Arbeiten in flacheren Gewässern völlig ungeeigneten Netzmethode. In dem von mir untersuchten See konnte ich die Beobachtung machen, daß das Maximum der Verteilung des Gesamtnetzplanktons vom späten Frühjahr bis zum Winter von der Oberfläche nach der Tiefe zu wandert. Im Mai und in den Sommermonaten waren 43—72% der Planktonten in der Oberflächenschicht 0—1 m enthalten. Umgekehrt war die Verteilung im Winter, zu dieser Zeit war die größte Menge in 4—7 m Tiefe angesammelt. Mit andern Worten: Die tierischen Organismen bevorzugten in den Sommermonaten die Oberflächenschicht, im Winter die tieferen Schichten, während in den Übergangszeiten die Verteilung von der Oberfläche bis zum Boden eine mehr gleichförmige war. Die Befunde APSTEINS, daß die Hauptmasse des Planktons in verschiedenen norddeutschen Seen in der Oberflächenschicht konzentriert ist, gilt im Mansfelder See nur für die Periode der Sommerstagnation des Wassers.

Am ausgeprägtesten zeigten dieses zonare Verhalten die Cladoceren. Im Winter unter dicker Eisdecke waren sie bis 3 m über dem Grunde in nur geringer Zahl vorhanden. Hier begann plötzlich eine enorme Zunahme der Bevölkerungsziffer, die unter Umständen das Vierfache des Wertes der darüberliegenden und das Hundertfache

des Wertes der Oberflächenschicht erreichen konnte. *Daphnia longispina* hatte ihr Maximum direkt über dem Grunde in 6—7 m Tiefe, während *Bosmina longirostris* quantitativ am stärksten in 4—6 m auftrat. Dieses Tiefenmaximum ließ sich im Januar und Februar verfolgen, worauf es abnahm, und eine mehr gleichmäßige Verteilung in den darüberliegenden Schichten platzgriff. Mitte Mai wurde ein deutliches Oberflächenmaximum in 0—$^1/_2$ m beobachtet, welches sich von Juni an über 0—2 m ausbreitete. Vom September an war wieder das Umgekehrte der Fall, zunächst gleichmäßige Verteilung von 0—4 m und schließlich ein Wintertiefenmaximum.

In ähnlicher Weise verhielten sich die Rotatorien. Die Oberfläche war im Winter stets ärmer an diesen Organismen als in den übrigen Monaten des Jahres. Auch sie waren (*Brachionus angularis* var. *bidens*, *Triarthra terminalis* var. *maior*, *Anuraea aculeata*) in der Tiefe bedeutend stärker gehäuft zu finden als in den übrigen Regionen. Vom Mai an wiesen die Vertreter dieser Tiergruppe (*Polyarthra platyptera*, *Anuraea cochlearis*, *Anuraea aculeata*, *Asplanchna priodonta*, *Asplanchna brightwelli*, *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata*) bis Anfang Herbst ihre größte Volksdichte ebenfalls in der Oberflächenzone auf.

Die Copepoden zeigten zu allen Jahreszeiten eine gleichmäßigere Verteilung in der ganzen Wassersäule. Ausgesprochene periodische Maxima in irgend einer Tiefenschicht konnten nicht konstatiert werden. So war es auch eigentümlich, daß im Mai, wo die Fänge für die sämtlichen übrigen Planktonspezies eine gewaltige Ansammlung an der Oberfläche ergaben, sich diese Art nicht daran beteiligte, sondern im Gegenteil diesmal sogar größere Zahlen in der Tiefe aufwies.

Eine ausreichende Erklärung für die zonare Verteilung des Netzplanktons können wahrscheinlich weder die thermischen, noch die optischen Eigenschaften des Seewassers geben. Denn es konnten in demselben Untersuchungsjahre im Winter unter dem Eise im Bindersee eine durchaus gleichmäßige Verbreitung der tierischen Planktonten und öfters sogar größere Mengen an der Oberfläche angetroffen werden. Letztere Erscheinung kann allerdings durch die geringe Anzahl der Individuen herbeigeführt worden sein, die keine deutliche Vertikalverteilung zu erkennen gestattete. Die wenigen vorhandenen Zentrifugenalgen zeigten in ihrer Verteilung vollkommene Übereinstimmung mit dem Netzplankton.

Das Z-Plankton soll deshalb im Mansfelder See zur Beurteilung dieses Problems herangezogen werden. Die Hauptmasse der Algen war während des größten Teiles des Jahres in der ganzen Wasserzone gleichmäßig

verteilt. Bei Schwärmsporen und Grünalgen konnte beständig ein geringes Maximum in den oberflächlichen Schichten beobachtet werden. Es ist erst vom Mai an deutlich ausgeprägt, wenn die Schichtung des Wassers sich ausbildet und die Nähralgen zugleich durch die zunehmende Besonnung und Wasserwärme eine gewaltige Vermehrung in der Oberflächenschicht erfahren. Eine andre Verteilung wiesen die Nahrungsorganismen zur Zeit der inversen Schichtung des Wassers in den Wintermonaten auf. Die in der Minderheit vorhandenen Schwärmsporen hatten ihre Hauptentfaltung gemeinsam mit *Chlamydomonas media* und dem Flagellaten *Cryptomonas erosa* (s. Tab. XIV) dicht unter dem Eise.

Tabelle XIV.

(in 10 ccm Seewasser)	Januar			Februar				
	10.	21.	27.	6.	9.	14.	19.	24.
0–1/2 m	1250	1400	875	5000	63000	33700	35100	21600
1/2–1 »	—	—	—	1750	9000	22000	19800	16200
1–2 »	—	—	—	600	5400	9000	5400	12600
2–4 »	—	—	—	100	1800	3600	3600	12600
4–6 »	—	—	—	—	—	—	—	5400
6–7 »	—	—	—	—	—	—	—	—
	Schneeeis			Spiegeleis				

Die durch die Eisdecke geschwächte Lichtintensität bietet wahrscheinlich in den obersten Schichten optimale Lebensbedingungen für diese Algen. Vielleicht ist hier zugleich ein heliotaktisches Verhalten der letzteren ausgeprägt, da unter der schützenden Eisdecke äußere Einflüsse, die sonst störend einwirken, wie Wellenbewegung, Temperaturschwankungen und damit zusammenhängende Strömungen, wegfallen. Die Schichtung wurde durch die nach der Eisschmelze einsetzenden Konvektionsströmungen aufgehoben.

Entgegengesetzt verhielten sich unter dem Eise die chromophyllfreien (=grauen) Formen und *Cyclotella hyalina*, die Hauptnähralge des tierischen Winterplanktons. Sie wiesen ihre größte Bevölkerungsdichte in den tieferen Regionen auf (s. Tab. XV, S. 598).

Es handelt sich bei ersteren um Planktonorganismen, die ihre optimalen Bedingungen zu ihrem Wachstum in der Tiefe finden. Dasselbe kann für *Cyclotella hyalina* der Fall sein. Bei dieser Spezies kommt noch hinzu, daß sie aus Mangel an Eigenbewegung dem Sinken keinen aktiven Widerstand leisten kann.

Somit waren im W i n t e r g l e i c h z e i t i g z w e i p e r i o d i s c h e z o n a r e

Tabelle XV.

(in 10 ccm Seewasser)	Januar 10.	21.	27.	Februar 6.	9.	14.	19.	24.
0—$^1/_2$ m	129200	221000	217500	132500	75000	70000	23400	54800
$^1/_2$—1 »	257400	240600	240600	179750	102500	65500	79900	71600
1—2 »	248900	256000	356000	324800	118600	120000	122200	134000
2—4 »	362000	402250	574200	497600	224800	177400	131200	108800
4—6 »	474800	534400	719000	695200	398000	479000	460200	340400
6—7 »	450000	420400	509600	383600	395400	422000	449400	335700
	Schneeeis			Spiegeleis				

Ansammlungen im See vorhanden: Das Hauptmaximum der gesamten Nahrung, bestehend aus *Cyclotella* und chromophyllfreien Formen in der Tiefe und ein geringes Maximum für *Cryptomonas*, *Chlamydomonas* und Schwärmsporen an der Oberfläche. Dieses Tiefenmaximum ließ sich noch wenige Tage nach der Eisschmelze verfolgen.

Aus alledem geht hervor, daß das Z-Plankton in seiner biologischen Schichtung in einem nicht tiefen Seebecken von der thermischen Stratifikation des Wassers abhängig ist. Letztere erklärt uns die ungleiche Verteilung im Sommer und Winter, während die mehr regelmäßige Verteilung im Frühjahr und Herbst und damit das Vorkommen von Schwärmsporen und Grünalgen bis in die Nähe des Grundes auf die thermische Circulation des Wassers zurückzuführen ist.

Das Licht vermag auf die Verteilung der Nahrungsorganismen insofern einzuwirken, als eine bestimmte Intensität das Optimum für die Entwicklung derselben darstellt.

Einfluß der Nahrung.

In welcher Beziehung steht nun das Netzplankton zu der vertikalen Verbreitung des Z-Planktons?

Tab. XVI soll als Erläuterung zur Beantwortung dieser Frage dienen. In ihr habe ich die Werte für die Planktonten in den verschiedenen Monaten der Übersichtlichkeit wegen in Prozenten der Totalmenge angegeben. Aus demselben Grunde, um die zahlreichen Schwankungen der Individuenmengen innerhalb der mit Absicht sehr eng gewählten Untersuchungsschichten zu eliminieren und die Unterschiede charakteristischer hervortreten zu lassen, habe ich bei der Berechnung die Zählergebnisse der sechs Stufenfänge jeder Untersuchung in drei Kategorien zusammengefaßt und darnach nur drei Zonen der Wassersäule des Sees unterschieden:

Tabelle XVI.

Netz = Planktonmenge pro Tiefenstufe in % der Gesamtmenge des entsprechenden Totalfanges.

Tiefe	Januar			Februar			März		April				Mai			Juni	
	10.	21.	31.	9.	19.	29.	11.	21.	1.	13.	20.	30.	11.	21.	31.	11.	21.
0—1 m	12,0	11,5	26,2	13,6	10,3	25,8	36,4	31,9	36,6	31,4	33,8	43,9	56,8	72,8	62,6	55,7	57,9
1—4 »	39,3	40,2	31,0	35,8	39,4	47,7	38,1	38,9	34,4	36,3	47,2	34,8	24,3	23,1	23,7	29,6	29,6
4—7 »	48,7	48,3	42,8	50,6	50,3	26,5	25,5	29,2	29,0	32,3	19,0	21,3	18,9	4,1	13,7	14,7	12,5

Tiefe	Juli				August		September			Oktober			November		Dezember
	1.	11.	22.	31.	11.	31.	9.	19.	30.	10.	20.	30.	15.	30.	16.
0—1 m	66,1	54,2	43,1	57,1	54,4	38,9	32,4	30,9	48,3	49,3	26,6	18,2	20,1	26,1	18,2
1—4 »	20,0	27,0	30,3	27,3	28,5	35,2	37,0	36,3	41,1	37,8	33,9	38,5	45,2	42,2	41,1
4—7 »	13,9	18,8	25,6	15,6	17,1	25,9	30,6	32,8	10,6	12,9	39,5	43,3	34,7	31,7	40,7

Z = Planktonmenge pro Tiefenstufe in % der Gesamtmenge des entsprechenden Totalfanges.

Tiefe	Januar			Februar			März		April				Mai			Juni	
	10.	21.	31.	9.	19.	29.	11.	21.	1.	13.	20.	30.	11.	21.	31.	11.	21.
0—1 m	19,4	18,5	19,9	17,9	11,9	26,0	27,6	26,4	39,0	29,9	33,9	37,5	63,2	58,9	45,5	56,3	43,7
1—4 »	33,3	32,4	35,4	25,2	19,7	32,3	35,5	39,9	36,4	39,5	37,2	35,5	21,9	27,6	36,4	30,2	31,7
4—7 »	47,3	49,1	44,7	56,9	68,4	41,7	26,9	33,7	24,6	30,6	28,9	27,0	14,9	13,5	18,1	13,5	24,6

Tiefe	Juli				August		September			Oktober			November		Dezember
	1.	11.	22.	31.	11.	31.	9.	19.	30.	10.	20.	30.	15.	30.	16.
0—1 m	50,8	67,6	38,2	50,8	50,2	39,0	38,1	29,6	39,0	36,6	31,2	21,3	31,8	22,1	19,8
1—4 »	31,7	24,6	34,7	31,0	28,9	32,5	40,8	37,2	34,1	32,4	34,1	43,2	33,2	43,3	43,2
4—7 »	17,5	7,8	27,1	18,2	20,9	28,5	21,1	33,2	26,9	31,0	34,7	35,5	35,0	34,6	37,0

eine Oberflächenschicht	0—1 m
eine mittlere Schicht	1—4 m
eine Tiefenschicht	4—7 m.

Die tabellarische Übersicht zeigt uns, daß sich Netz- und Z.-Plankton in ihrer vertikalen Verteilung auffallend parallel verhalten. Es ist deshalb berechtigt, eine gesetzmäßige Abhängigkeit zwischen beiden anzunehmen. Beide Planktongruppen waren im Winter zahlreicher in der Tiefe enthalten, während sie im Sommer ihr Produktionsmaximum an der Oberfläche hatten und in der übrigen Zeit eine nahezu gleichmäßige Verteilung zeigten.

Wenn man dieses Verhalten der Zooplanktonten allein in direkten Kausalzusammenhang mit dem Lichte oder der Temperatur und ihren Gefolgeerscheinungen: Änderung der Viskosität, Konvektionsströmungen usw. zu bringen sucht, so erhält man keinen genügenden Aufschluß. Es wird auf diesem Wege nicht deutlich, weshalb im Winter unter dicker Eisdecke und selbst unter einer Schneeschicht das Netz-Plankton bei beträchtlicher Zunahme der Individuenzahl eine maximale Entfaltung in den tieferen Zonen aufweist. Darüber kann uns nur das zu dieser Zeit ebenfalls in die tieferen Regionen verlegte Algenmaximum Aufklärung geben. Wollte man annehmen, daß dieses Tiefenmaximum des Netz-Planktons allein durch ein Absinken der Tiere in dem kälteren Wasser ohne Zutun der Nahrung hervorgerufen wurde, so wäre dort eine Vermehrung der Planktonten in dem Maße, wie meine Untersuchungen ergeben haben, ausgeschlossen gewesen.

Hiernach sind auch die Beobachtungen zum Teil verständlich, daß die Planktonten in verschiedenen norddeutschen Seen (Behrens, Sacrowersee) und Alpenseen (Burckhardt, Vierwaldstättersee; Lantzsch, Zuger See) im Winter in bedeutend größerer Tiefe anzutreffen sind als im Sommer, wobei eine zonare Schichtung in den meisten Fällen nicht ausgebildet ist. Die Circulationsströme im Herbste haben reichere Nahrung in diese Tiefen geführt und erst Existenzbedingungen für das Netzplankton dort geschaffen. Zacharias und Burckhardt nehmen an, daß die günstigeren Ernährungsverhältnisse in den Tiefenschichten zu dieser Zeit durch das Untersinken der absterbenden Algen herbeigeführt werden. Hinfällig ist die Anschauung von Frič und Vávra, welche das regere tierische Leben zur Winterszeit nahe am Grunde in dem nur 3 m tiefen Unterpočernitzer und Gatterschlager Teich direkt durch die Zunahme der Temperatur nach der Tiefe erklären wollen. Ein Einfluß der Temperatur ist gewiß vorhanden, aber er ist sehr wahrscheinlich nur indirekt.

Tabelle XVII.

Tag. (26. IX. 1912.) 12—1h p.m. See: windstill. Wetter: heiter, sonnig.

(in 20 Liter)	Oberfläche	1/2 m	1 m	3 m	5 m	7 m
Anuraea aculeata	510	850	960	530	270	80
Triarthra terminalis-maior	—	10	—	—	1	—
Brachionus angularis-bidens	—	27	80	27	10	—
Asplanchna priodonta	530	690	400	190	—	—
Polyarthra platyptera	2640	4350	5090	4610	2370	190
Anuraea cochlearis	4240	4670	4210	4400	930	80
Synchaeta pectinata	670	1070	710	510	11	80
Rotatorien	8590	11660	11450	10260	3590	430
Diaptomus salinus	110	160	320	240	190	110
Cyclops strenuus	130	480	720	670	670	1090
Nauplien	750	1430	910	910	720	430
Copepoden	990	2070	1950	1820	1580	1630
Bosmina longirostris	4960	18210	14480	2720	1390	290
Daphnia longispina-galeata	130	450	510	310	250	270
Diaphanosoma brachyurum	420	610	5600	830	610	480
Cladoceren	5510	19270	20590	3860	2350	1040
I. Schwärmer	20000	22200	19300	12800	12500	12300
II. *Cryptomonas erosa*	900	1100	600	600	300	150
III. *Scenedesmus quadricauda*, *Raphidium polymorphum*, *Pediastrum*, *Staurastrum*	900	1600	800	1200	600	1500
VI. *Cyclotella Meneghiniana*	197100	189600	180900	163900	120700	107800
(in 10 ccm) Z = Plankton	218900	214500	201600	178500	134100	121700
Temp.: Luftt. 16,8° C	12,6°	12,5°	12,1°	11,4°	10,8°	10,7°

Ferner muß man auch noch andre Momente für die Verteilung gelten lassen. WOLTERECK zieht als Erklärung für das winterliche Tiefenmaximum bei Cladoceren die Beobachtung heran, daß im kalten Wasser die Eigenbewegung der »hüpfenden« Cladoceren verlangsamt wird, wodurch die Tiere infolge des zwischen je zwei Ruderschlägen jeweils erfolgenden Absinkens schließlich nach unten gelangen, mit andern Worten, »daß die Schwimmbahnen im kalten Wasser häufig abwärts führen«. Meine Befunde im See stimmen mit diesen an Kulturen gewonnenen Beobachtungen gut überein. Durch sie wird uns erklärlich, weshalb das Maximum der Daphnien im Januar und Februar stets tiefer lag als dasjenige der Bosminen und der Rotatorien. An dieser Bodenansammlung beteiligten sich sowohl die älteren, wie die jüngeren Tiere. Anderseits

Tabelle XVIII.

Nacht. (27. IX. 1912.) 1—2h p. m. n. See: windstill. Neumond.

(in 20 Liter)	Oberfläche	1/2 m	1 m	3 m	5 m	7 m
Anuraea aculeata	730	690	660	730	310	50
Triarthra terminalis-maior	—	—	10	—	—	—
Brachionus angularis-bidens	40	30	40	10	—	—
Asplanchna priodonta	750	410	530	210	10	27
Polyarthra platyptera	4350	3980	4900	3820	1970	60
Anuraea cochlearis	4440	5010	3720	4100	1260	110
Synchaeta pectinata	820	790	840	600	27	60
Rotatorien	11130	10910	10700	9470	3570	300
Diaptomus salinus	240	360	420	490	100	120
Cyclops strenuus	80	320	630	770	920	900
Nauplien	930	1150	870	640	810	720
Copepoden	1250	1830	1920	1900	1830	1740
Bosmina longirostris	8730	10200	8240	8290	1120	600
Daphnia longispina-galeata	290	250	300	270	410	270
Diaphanosoma brachyurum	2320	2030	3450	920	1400	240
Cladoceren	11340	12480	12190	9480	2930	1110
I. Schwärmer	17500	20600	18400	12700	11900	11500
II. *Cryptomonas erosa*	400	500	300	300	200	150
III. *Scenedesmus quadricauda*, *Raphidium polymorphum*, *Pediastrum*, *Staurastrum*	1100	1300	700	600	400	900
IV. *Cyclotella Meneghiniana*	173400	180200	192100	150000	111600	110000
(in 10 ccm) Z = Plankton	192400	202600	211500	163600	124100	122500
Temp.: Luftt. 11,0° C	11,1°	11,1°	11,2°	11,0°	10,9°	10,7°

lassen sich meine Resultate nicht ohne weiteres mit der Anschauung dieses Autors vereinigen. Sie vermag uns allein keine Auskunft zu geben über die beträchtliche Zunahme der Bevölkerungsdichte aller Tiergruppen im Winter in den Tiefenschichten des Sees, wofür nach meiner Meinung in erster Linie nur die Nahrung in Frage kommen kann.

Im Mai fällt das Oberflächenmaximum der Planktonten mit dem Minimum der Transparenz zusammen, trotzdem liegt kein Grund vor, den Einfluß der Nahrung einem solchen des Lichtes gegenüber ausschalten zu wollen. Die gleichzeitige gewaltige Zunahme der Cladoceren und Rotatorien in dieser Zone spricht für den ersteren. Apstein berichtet, daß die größten Individuenwerte von *Diaphanosoma brachyurum* und der meisten Rädertiere an der Oberfläche von ihm zur Zeit der

Tabelle XIX.

Wetter: heiter, sonnig. Nachts Sternenschein. See: wenig bewegt. (18./VIII., 19./VIII. 1912.)

(in 20 Liter)	**Tag** (18./VIII. 2–3 h)				**Abenddämmerung** (18./VIII. 8–9 h)				**Nacht** (19./VIII. 1–2 h)				**Morgendämmerung** (19./VIII. 5–6 h)			
	0–1/2 m	1/2–1 m	1–2 m	Ufer	0–1/2 m	1/2–1 m	1–2 m	Ufer	0–1/2 m	1/2–1 m	1–2 m	Ufer	0–1/2 m	1/2–1 m	1–2 m	Ufer
Anuraea aculeata	190	720	120	80	350	1020	130	100	500	490	580	130	490	470	410	90
Asplanchna priodonta	590	1010	530	—	330	960	610	1	310	510	610	20	300	280	510	10
Polyarthra platyptera	580	550	440	100	420	650	710	110	440	320	480	130	530	490	370	90
Anuraea cochlearis	560	850	1040	350	370	410	480	240	590	370	360	230	480	410	350	340
Rotatorien	1920	3130	2130	530	1470	3040	1930	450	1840	1690	2030	510	1800	1650	1640	530
Bosmina longirostris	3840	9870	720	7630	6240	14300	2500	6920	4380	5550	4240	5230	860	11120	2240	5100
Daphnia longispina-galeata	210	440	110	10	80	450	130	12	360	310	280	50	80	640	80	20
Diaphanosoma brachyurum	1020	1510	1570	—	1900	3350	60	80	1410	2020	2450	30	320	3170	1090	20
Cladoceren	5070	11820	2400	7640	8220	**18100**	2690	7010	6150	7880	6970	5310	1260	**14930**	3410	5140
Nauplien	850	830	900	720	1150	990	2100	910	1100	1280	1730	1200	610	1570	1370	840
Cyclops strenuus	1810	2270	2390	910	1600	2800	1550	770	1800	2500	1450	620	370	5270	1300	1210
Diaptomus salinus	180	180	200	30	130	1270	830	30	1360	1170	1230	—	80	1120	770	20
Copepoden	2840	3280	3490	1660	2880	5060	4480	1710	4260	4950	4410	1820	1060	**7960**	3440	2070

Tabelle XX.

Tag. (11. II. 1912.) 2—3 h p. m. Wetter: heiter, sonnig. Eisdecke 26 cm.

(in 20 Liter)	Oberfläche	1/2 m	1 m	3 m	5 m	7 m
Anuraea aculeata	2160	4120	13140	28190	22450	20560
Triarthra terminalis-maior	64	64	520	510	230	390
Brachionus angularis-bidens	200	180	6880	7190	8400	7440
Rotatorien	2420	4360	20540	35890	31080	28390
Diaptomus salinus	390	760	520	740	730	300
Cyclops strenuus	140	180	150	250	200	330
Nauplien	400	1530	2720	3270	1970	2120
Copepoden	930	2470	3390	4260	2900	2750
Bosmina longirostris	64	53	1850	2630	2240	2980
Daphnia longispina-galeata	—	11	21	250	250	240
Cladoceren	64	64	1870	2880	2490	3220
Cyclotella hyalina	65000	120300	102000	250400	390000	395400
Cryptomonas erosa	48700	33000	9000	3600	—	—
Scenedesmus quadricauda	1200	1800	1800	1800	600	900
(in 10 ccm) Z = Plankton	114900	155100	112800	255800	390600	396300
Temp.: Luftt. + 7,5° C	2,5°	2,75°	3,0°	3,0°	3,25°	3,7°

stärksten Fortpflanzung beobachtet wurden. Demnach liegt hier ein ganz ähnlicher Fall von einem größeren norddeutschen See vor, der durch meine Untersuchungen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Nahrung erklärt ist.

Einwirkung des Lichtes.

Der Einfluß der Intensität des Lichtes auf die Verteilung des Netzplanktons soll durch einen Vergleich von Tag- und Nachtfängen charakterisiert werden. Ich habe vier Nachtfänge in den verschiedenen Jahreszeiten ausgeführt. Da sich bei allen Fängen die Individuen der einzelnen Tierarten bezüglich ihrer Lichtreaktion ganz ähnlich verhielten, seien nur die Ergebnisse der Untersuchungen vom September und Februar 1912 hier niedergelegt (Tab. XVII, XVIII und XX, XXI).

Ein direkter Einfluß des Lichtes auf die Verteilung des Netzplanktons ist unverkennbar. Er äußert sich allerdings nur in der Oberflächenschicht, weil die geringe Transparenz des Seewassers eine starke Absorption der Lichtstrahlen zur Folge hat und kommt somit nur für einen bestimmten Teil des Planktons in Betracht. Die Nachtfänge aus 0—1 m enthielten stets eine größere Menge von

Tabelle XXI.

Nacht. (11. II. 1912). 10—11h p.m.n. Mondschein. Eisdecke 26 cm.

(in 20 Liter)	Oberfläche	1/2 m	1 m	3 m	5 m	7 m
Anuraea aculeata	6790	7650	7360	30860	24830	24480
Triarthra terminalis-maior	230	200	220	350	370	350
Brachionus angularis-bidens	710	3340	3440	7530	7100	6680
Rotatorien	7730	11190	11020	38740	32300	31510
Diaptomus salinus	280	760	980	996	810	220
Cyclops strenuus	90	250	250	370	170	240
Nauplien	350	1310	4570	4250	2210	170
Copepoden	720	2320	5700	5610	3190	630
Bosmina longirostris	250	2700	2110	2570	2830	2390
Daphnia longispina-galeata	11	140	75	110	250	210
Cladoceren	260	2840	2180	2680	3080	2600
Cyclotella hyalina	70000	169000	139200	283400	314200	367400
Cryptomonas erosa	38400	23000	5400	3600	—	—
Scenedesmus quadricauda	600	1800	2400	1800	1200	2600
(in 10 ccm) Z = Plankton	119000	193800	147000	288800	315400	370000
Temp.: Luftt. + 4° C	2,5°	2,75°	3,0°	3,0°	3,0°	3,5°

Cladoceren und von Rotatorien als die entsprechenden Tagfänge, doch nie mehr Individuen als die darunterliegenden Schichten. Die Amplitude ihrer Wanderung war demnach sehr gering. Für erwachsene Copepoden konnte ich diesen Nachweis der Phototaxis nicht beibringen, ebenso beteiligten sich die Nauplien nur wenig an diesen Wanderungen. Das Mondlicht übte keinen Einfluß auf die Verteilung aus. Die Nachtfänge bei Vollmond und Neumond lieferten dieselben Resultate. Desgleichen löste ein Wechsel der Beleuchtungsstärke am Tage keine besonderen Änderungen aus.

Am 18./VIII.—19./VIII. wurden vier Fänge ausgeführt, um die Einwirkung der Lichtintensität auf das Plankton zu verschiedenen Tageszeiten zu studieren.

Die Verteilung wies im großen und ganzen folgende Unterschiede auf. Mit dem Einbruch der Abenddämmerung begann allmählich eine Zunahme der Cladoceren in 1/2—1 m. In der Nacht war die Verteilung aller drei Tiergruppen in den Oberflächenschichten gleichmäßig. Gegen Morgen machte sich eine auffällige Abnahme der Cladoceren und auch der Copepoden in der 0—1/2 m Schicht und eine bedeutende Anhäufung dieser Organismen in 1/2—1 m geltend. Sie dürfte eine Reaktionsfolge

der Tiere auf den allmählich immer stärker werdenden Lichtreiz sein, da nach Woltereck im Experiment das beginnende Dämmerlicht auf die Ruderbewegung derselben »intensivierend« wirkt, wobei der Lichteinfall von oben die aufwärtsschwimmenden Tiere zu horizontal oder abwärts gerichteter Bewegung zwingt.

In der Uferregion (Aselebener Bucht) ergab die Anzahl der Individuen während der Nacht keine größeren Werte (s. Tab. XIX).

Unberührt von jeder Einwirkung des Lichtes blieb die Verteilung der Nahrung. Die Z-Planktonten ließen keine Spur von Wanderungen erkennen, und demnach können sie als Ursache für die tägliche Verteilung des Netzplanktons in diesem Gewässer nicht in Betracht kommen. Dieses Ergebnis ist wahrscheinlich mit der geringen Transparenz des Seewassers und der Art der Algen in Zusammenhang zu bringen. Es steht in direktem Gegensatz zu den Befunden Dieffenbachs in Teichen, welcher die Netz-Planktonwanderungen als Folgeerscheinung des Auf- und Absteigens der Nahrung betrachtet. Deshalb möchte ich in den beiden voranstehenden Tabellen (XX u. XXI) noch die Untersuchungsergebnisse des Fanges vom 11. Februar 1912 publizieren, den ich unter der Eisdecke ausgeführt habe, da hier die vom Licht beeinflußte Schicht eine weitere Ausdehnung besaß und zugleich ungestört durch äußere Einflüsse war. Die Empfindlichkeit der Planktonten gegenüber einem Wechsel der Lichtstärke konnte hierdurch etwas deutlicher zum Ausdruck kommen.

Verteilung unter dem Eise.

France berichtet vom Balatonsee, daß sich »unter der Eisdecke dieselben Verhältnisse wie bei freiem Wasser« vorfinden, und zu denselben Ergebnissen ist Ruttner bei seinen eingehenden Untersuchungen an den Lunzer Seen gekommen. Eine nur geringe Veränderung der Lichtintensität hatte eine vollkommene Änderung der Verteilung zur Folge. Ich habe unter dem Eise eine tägliche vertikale Wanderung der Cladoceren und Rotatorien, dagegen nicht der Copepoden innerhalb der Oberflächenschicht konstatieren können. Hierdurch habe ich zugleich einen neuen Beweis geliefert, der gegen die Theorie Ostwalds spricht, nach welcher dem Faktor der Viskosität des Wassers ein bedeutender Einfluß auf die Wanderung der Organismen einzuräumen ist. Es sollen, auf Grund rein theoretischer Erwägungen, durch Erwärmung der Oberflächenschicht am Tage und der aus ihr resultierenden Abnahme der inneren Reibung die Planktonten in tiefere Schichten sinken, während sie in der Nacht durch

Diffusionsströme des wärmeren Wassers nach oben bewegt werden. Unter einer Eisdecke, die vollständig adiatherman ist (wie aus einem Vergleich der Temperaturangaben in Tabelle XX u. XXI hervorgeht), kann, wie Dieffenbach mit Recht sagt, »von einer durch Veränderung der inneren Reibung bedingten Vertikalwanderung durchaus keine Rede sein«.

Verteilung unter einer Schneedecke.

Eine weitere Fangserie wird die Verteilungsverhältnisse zu einer Zeit illustrieren, wo eine Schneedecke das Eis überkleidete. Leider war dieselbe nur von kurzer Dauer. Bereits am folgenden Tage war sie vom Sturme zum größten Teile abgeweht und damit die Hoffnung auf gründlichere Resultate zunichte gemacht. In dem äußerst milden Winter 1912/13, der ebenfalls nur wenige Tage Schnee aufwies, konnte die Eisdecke ihrer geringen Stärke wegen nicht betreten werden. So kam es, daß ich mich diesen Untersuchungen nicht in dem Maße widmen konnte, wie ich ursprünglich beabsichtigt hatte. Aus den Zählungsergebnissen vom 1./II. 1912 (Tab. XXII) geht deutlich hervor, daß die leichte Schneedecke nur geringe Veränderungen in der Oberflächen-

Tabelle XXII.

1. II. 1912. 2h p.m. Eisdecke (24 cm) und Schneeschicht von 5 cm Stärke, nebelig.

(in 20 Liter)	Oberfläche	1/2 m	1 m	3 m	5 m	7 m
Anuraea aculeata	12600	14860	14390	16380	18690	18730
Triarthra terminalis-maior	110	270	280	240	330	370
Brachionus angularis-bidens	5350	5110	5600	7480	7740	7460
Rotatorien	18060	20240	20270	24100	26760	26560
Diaptomus salinus	70	160	140	240	290	150
Cyclops strenuus	170	150	160	180	210	180
Nauplien	800	830	580	1440	1260	720
Copepoden	1040	1140	880	1860	1760	1050
Bosmina longirostris	—	67	11	—	75	280
Daphnia longispina-galeata	275	233	230	590	610	880
Cladoceren	275	300	241	590	685	1160
Cyclotella hyalina	110600	176250	204250	425200	516250	650000
Cryptomonas erosa	325	260	180	—	—	—
Scenedesmus quadricauda	1750	1750	3500	3500	7000	7000
(in 10 ccm) Z = Plankton	112675	178260	207930	428700	523250	657000
Temp.: Luftt. + 1,25° C	2,5°	2,5°	2,5°	3,0°	3,25°	3,7°

schicht verursachte. Das 24 cm starke Eis trug eine vom vorhergehenden Tauwetter herrührende dünne Lage wässrigen Schneebrei und darüber 5 cm Neuschnee. Eisdecke + Schneeschicht hatten zum mindesten tiefe Dämmerung, wenn nicht gar völligen Lichtabschluß hervorgerufen. Das Netzplankton zeigte in den oberen Schichten eine fast gleichmäßige Verteilung. Das Z-Plankton wurde mit Ausnahme von *Cryptomonas erosa* hiervon nicht berührt. Die Schwächung der Lichtintensität hatte bei diesem Flagellaten ein Verwischen der zonaren Schichtung unter gleichzeitiger Abnahme der Individuenmenge zur Folge. Ansammlungen der Planktonten um Eislöcher, wie FRANCÉ vom Balatonsee beschrieben hat, konnten von mir nicht konstatiert werden.

Mechanische Einflüsse.

Endlich möchte ich noch den Einfluß mechanischer Kräfte, Wind und Wellen, sowie denjenigen des Gasgehaltes des Seewassers auf die Vertikalverteilung des Planktons in meinem Gewässer einer kurzen Erörterung unterziehen. Der Mansfelder See ist ungehindert den häufigen West- und Südwestwinden ausgesetzt, die mitunter ganz beträchtliche Wellen erzeugen können. Die weniger zahlreichen Nordwest- und Ostwinde wirken auf die Wasserbewegung geringer ein, weil die den See umgebenden Höhen sich schützend davorstellen. FRANCÉ hat am Balatonsee in Ungarn zuerst den Einfluß der Witterungsverhältnisse auf die vertikale Verteilung des Planktons beobachten können. Er äußerte sich

Tabelle XXIII.

1. VII. 1912. Heftiger Sturm; etwa $1/2$ m hohe Wellen.

(in 20 Liter)	Oberfläche	$1/2$ m	1 m	3 m
Anuraea aculeata	53	267	875	980
Polyarthra platyptera	53	160	1665	2260
Rotatorien	106	427	2540	3240
Diaptomus salinus	360	920	2150	2610
Cyclops strenuus	107	213	610	580
Nauplien	600	1140	2560	2830
Copepoden	1067	2273	5320	6020
Bosmina longirostris	80	160	1490	1140
Daphnia longispina-galeata	520	960	1450	1680
Diaphanosoma brachyurum	10	64	100	107
Cladoceren	610	1184	3040	2927
(in 20 Liter) Netz-Plankton	1783	3884	10900	12187
(in 10 ccm) Z-Plankton	74100	85600	79200	83800

derart, daß bei heftigem Winde und langandauerndem Regen die Planktonorganismen sich in größerer Anzahl in tieferen Schichten befanden als in den oberen, daß dagegen bei sehr starkem Sturm und Gewitterregen die Verteilung ziemlich gleichmäßig war. WOLTERECK gibt der Möglichkeit Ausdruck, daß das Absinken der pelagischen Tiere bei bewegter Wasseroberfläche auf eine Empfindlichkeit derselben gegenüber plötzlichen Gleichgewichtsänderungen zurückzuführen ist, sodaß eine Durchmischung der Wasserschichten infolge der durch die Bewegung hervorgerufenen Strömungen hier weniger mitspielt. Diese Beobachtung konnte ich ebenfalls, allerdings nur bei heftigem Sturme, bestätigt finden. Starker Regen und leichtere Wellenbewegung vermochten bei Rotatorien, Cladoceren und dem Z-Plankton eine gleichmäßigere Verteilung in der Oberflächenschicht herbeizuführen, nur *Diaptomus* und *Cyclops* veranlaßten sie, sich in 2—4 m mehr zu häufen. Die diesbezüglichen Zahlenwerte sind in Tabelle XXIII, S. 608, enthalten.

Einfluß des Gasgehaltes.

BURCKHARDT hat zuerst auf diesen Faktor zur Erklärung des nächtlichen Andranges der Planktozoen an die Oberfläche in den Alpenseen hingewiesen. Die stärkere Anhäufung von Kohlendioxyd in den tieferen Schichten soll die Tiere zwingen, dieselben zu verlassen und die Oberflächenregionen aufzusuchen. LOEB nimmt ebenfalls an, daß das Kohlendioxyd die Ursache der Crustaceenwanderung sei. Er konnte im Experiment die Beobachtung machen, daß CO_2 bei *Cyclops* und *Daphnia* positiven Heliotropismus hervorrief und folgerte daraus, daß der Verbrauch dieses Gases an der Seeoberfläche durch die Algen die genannten Kruster negativ heliotropisch mache und so die tägliche Wanderung veranlasse.

Dagegen ist BIRGE der Ansicht, daß im Madison Lake, wo ähnlich wie im Mansfelder See nur eine geringe tägliche, aber ausgesprochene jahreszeitliche Wanderung des Planktons ausgebildet ist, in erster Linie der Sauerstoff es ist, der diese ungleiche Verteilung bedingt. In neuerer Zeit erst sind Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt des Seewassers und Planktonverteilung aus den dänischen Seen bekannt geworden.

Das von mir untersuchte Gewässer bietet seiner geringen Tiefe wegen für ein Studium dieser Verhältnisse ein ungünstiges Versuchsobjekt dar. Was den Gasgehalt und seine Beziehung zur Vertikalverteilung des Tierplanktons anbetrifft, so kann ich mich nur auf die von Herrn Dr. WAGLER gleichzeitig mit meinen Fängen am 26. Sep-

tember 1912 ausgeführten analytischen Bestimmungen stützen. Dem Seewasser fehlte zu dieser Zeit jede Spur von freier Kohlensäure, da nach Zusatz von Phenolphthaleïn sofort Rotfärbung eintrat. Dieselbe alkalische Reaktion konnte in den Nachtproben beobachtet werden. Sämtliches Kohlendioxyd kam gebunden an Alkalien vor (näheres hierüber siehe Kapitel: Chemisches Verhalten des Seewassers). Ein großer Teil des Gases wurde wahrscheinlich sofort nach dem Auftreten von dem reichhaltigen pflanzlichen Plankton verbraucht. Trotzdem konnte ich in dem Nachtfang (siehe Tab. XVIII) dieselbe geringe Wanderung des Netzplanktons innerhalb der Oberflächenschicht feststellen. Dieser Befund spricht in gewissem Sinne gegen Loebs und Burckhardts Hypothese.

Der Sauerstoffgehalt des Seewassers wies in der Tiefe von 4 m bis zum Grunde, sowie auch in der $^1/_2$—1 m Zone geringere Werte auf. Letztere Differenz erklärt sich leicht durch die meteorologischen Verhältnisse. Der gleiche Unterschied war zwischen den Buchten und dem freien Wasser vorhanden. Er war hier nicht so bedeutend ausgebildet, weil der See bereits in die Periode der Herbstcirculation eingetreten war. Daß im Sommer nach meinen Fangergebnissen ein größerer Einfluß dieses Gases auf die Verteilung in den litoralen Gebieten vorhanden ist, muß als sehr wahrscheinlich angenommen werden.

Für die Verschiedenartigkeit der vertikalen Verteilung des Netzplanktons kann der O-Gehalt meiner Meinung nach in diesem Gewässer nur indirekte Bedeutung haben. Derselbe wirkt in erster Linie mit auf die Entwicklung des Phytoplanktons ein und dieses erst auf die Verteilung. Meine Feststellungen über die Periodizität des Z-Planktons haben, wie bereits erläutert, ergeben, daß es seine höchste Entfaltung zur Zeit der Frühjahrs- und Herbstcirculation des Wassers, welche gleichzeitig eine Anreicherung sämtlicher Wasserschichten an Sauerstoff herbeiführen, erlangte.

Auch in tieferen Seen wird diesem Gase nur indirekte Bedeutung für die vertikale Verteilung des Planktons beizumessen sein. Schickendantz konnte im Sacrowersee bei Potsdam in den Tiefenschichten im Sommer ein beträchtliches Defizit an Sauerstoff feststellen. Es war eine Folge der Sommerstagnation des Wassers. Die täglichen und periodischen Konvektionsströmungen erstrecken sich zu dieser Zeit nur auf einen geringen Teil der Wassersäule, wodurch den darunterliegenden Regionen kein Sauerstoff zum Ersatz zugeführt werden kann. Nach meinen früheren Darlegungen sind die Konvektionsströme zugleich als Nahrungsströme aufzufassen. Infolgedessen wird in diesen Schichten,

die allein auf zugeführte Nahrungsmengen angewiesen sind, weil eine Entwicklung der Algen infolge der geringen Lichtintensität hier sehr langsam vor sich geht und meistens sogar ausgeschlossen ist, ein Mangel an Nahrung herrschen. Die Planktonten werden also gar nicht veranlaßt, sich in diesen sauerstoffarmen Gebieten, die sie ja ohnehin meiden würden, aufzuhalten oder dieselben aufzusuchen.

Zusammenfassung: Die Vertikalverteilung des Netzplanktons müssen wir in flachen, planktonreichen Seen in ihren Ursachen auf das Licht, die Nahrung und auf die durch die Wellenbewegung hervorgerufenen mechanischen Erschütterungen der Wasseroberfläche zurückführen. Als Hauptfaktor für die periodische bzw. jahreszeitliche Vertikalverteilung kommt die Nahrung, für die täglichen Wanderungen das Licht und die mechanischen Reize in Betracht. Letztere machen sich nur innerhalb der Oberflächenschicht bemerkbar. Dasselbe gilt im Mansfelder See auch von der Wirkungsweise des Lichtes. Infolge der geringen Transparenzwerte des Seewassers spielt der Einfluß des Lichtes hier nur eine unscheinbare Rolle. Es handelt sich in diesem Wasserbecken nicht um ein Aufsteigen oder Aufdrängen gewisser Planktonten zur Oberfläche während der Nacht, wie es in den tiefen Seen (auch von mir durch Netzfänge im Vierwaldstätter- [Schweiz] und Comersee [Italien]) beobachtet worden ist, sondern einfach um eine zonare Ausgleichung innerhalb der unter dem Einflusse des Lichtes durch Zurückweichen des Netzplanktons tagsüber entstandenen individuenärmeren Oberflächenzone und der darunterliegenden Schicht.

Was die periodischen Verteilungsverhältnisse angeht, so ist durchaus nicht der Fall, daß die Tiere der Nahrung nachjagen oder bestimmte Z-Planktonten bevorzugen, sondern es ist so, daß einfach diejenigen Wasserschichten, welche die meisten Nähralgen besitzen, diesem günstigeren Nahrungsgehalte entsprechend, eine reichere Planktonfauna produzieren können, vorausgesetzt, daß die Lichtwirkung nicht zu groß ist, um einen Aufenthalt der Planktonten dort zu vereiteln. Je größer der Unterschied in der Nahrungsdichte der einzelnen Regionen ist, um so größere Differenzen ergeben sich, wobei ferner noch die Entwicklungsdauer und die schnellere oder langsamere Vermehrungsfähigkeit der verschiedenen Zooplanktonspezies von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Temperatur kommt für die vertikale Verteilung direkt nicht in Frage.

Es stehen somit meine Resultate im Gegensatze zu denen Ruttners, welcher eine Änderung der Verteilung allein auf den Einfluß des Lichtes zurückführt und im Gegensatze zu denen Dieffenbachs, der nur das Z-Plankton für die zonare Schichtung des tierischen Planktons verantwortlich macht und eine direkte Einwirkung des Lichtes ausschaltet. Meine Befunde haben für mitteltiefe Flachlandgewässer eine Kombination beider Ansichten ergeben.

Es kann sehr leicht möglich sein, daß in Teichen die Intensitätsoptima der Lichteinwirkung auf das Netzplankton und auf die Nahrung zusammenfallen. In tiefen Seen mit großer Transparenz dagegen wird dem Lichte die größere Bedeutung zukommen müssen. Über diese Verhältnisse werden die Untersuchungen des Herrn Lantzsch Aufschluß bringen, die von ihm am Zuger See angestellt worden sind.

Für den Mansfelder See besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Verteilung des Netzplanktons und der Nahrung, und außerdem haben das Licht und die Wellenbewegung einen direkten Einfluß auf die Verteilung.

Jedenfalls wird sich allmählich die Ansicht Bahn brechen müssen, daß die Vertikalverteilung des Planktons im eigentlichen Grunde eine rein biologische, durch die Nahrung bedingte Erscheinung ist, deren Verlauf in den oberen Schichten durch die Einwirkung des Lichtes und mechanische Einflüsse bestimmt wird. Eine einseitige Betrachtung der physikalischen Faktoren oder der Nahrung kann hier leicht zu Trugschlüssen führen und den wahren Sachverhalt verschleiern. Die täglichen Wanderungen sind in Übereinstimmung mit den Ansichten der älteren Forscher in der Hauptsache als ein durch das Licht veranlaßter Prozeß aufzufassen.

Franz, der neuerdings diese phototaktischen Wanderungen verwirft und sie auf Grund von Experimenten als Fluchterscheinung der Planktontiere gegenüber den Fanggeräten erklärt, muß ich entgegnen, daß alle meine Beobachtungen auf das Entschiedenste dahin geführt haben, die vertikale tägliche Wanderung zu bestätigen. Dafür spricht die Tatsache, daß ich in meinen sämtlichen Nachtfängen dieselbe Anzahl von Copepoden wie in den betreffenden Tagfängen habe erbeuten können, während Rotatorien und Cladoceren beständig höhere Werte aufwiesen (Tab. XVII, XVIII und XX, XXI). Es wäre doch sonderbar, wenn die zu den schnellsten Bewegungen befähigten Tiere vor der Trichteröffnung des Schlauches am Tage nicht entweichen würden.

3. Bedeutung des Zentrifugenplanktons für den Planktonertrag der Gewässer.

Aus fischereiwirtschaftlicher Bedeutung hat die Charakterisierung der Beziehung des Z-Planktons zu dem Gesamtplanktonertrag der Gewässer großes Interesse. Das Z-Plankton stellt in seiner Körpersubstanz die gesamte Menge der organischen Stoffe dar, die dem Netzplankton als Nahrung dient, welches seinerseits die Hauptnahrung der jungen Fischbrut und auch der erwachsenen Fische abgibt. Die Fruchtbarkeit eines Gewässers ist nach diesen Tatsachen über den Stoffwechsel der Planktonorganismen als eine direkte Funktion der Masse seines Z-Planktons zu betrachten.

Diese Urnahrung des Planktons besteht in der Hauptsache aus chlorophyllbesitzenden Algen, die ihren Nahrungsbedarf teilweise durch Assimilation decken, teilweise aber auch auf die anorganischen und organischen Verbindungen angewiesen sind, welche das Wasser gelöst enthält, wenigstens begünstigen dieselben nach meinen Beobachtungen in Kulturen ihre Entwicklung. Soll demnach die Produktionsfähigkeit eines Gewässers erhöht werden, so muß man in erster Linie bestrebt sein, ihm derartige Verbindungen in irgend einer Form zuzuführen. Man muß sich aber bei Hinzufügung von in Zersetzung begriffenen Substanzen vor einer zu starken Konzentration organischer Nährstoffe hüten. Sie veranlassen zwar eine gewaltige Entwicklung der Kleinalgen, rufen aber infolge zahlreicher Fäulnisprozesse eine zu große bakterielle Sauerstoffzehrung und gewisse chemische Stoffe hervor, die auf die Entfaltung des Netzplanktons ungünstig wirken. Nähere Untersuchungen hierüber müssen wir den fischereiwissenschaftlichen Versuchsanstalten überlassen.

Im Mansfelder See sind, wie die vorangegangenen Ausführungen ergeben haben, überaus günstige Verhältnisse für eine reiche Entwicklung planktonischer Fischnahrung vorhanden [1], anders im Bindersee, der im Vergleich zu seinem Nachbarsee weit planktonärmer zu nennen ist. Es ist nun interessant, zu sehen, wie hier ein

[1] Hieraus resultiert auch eine reiche Fischfauna. Sie besteht in der Hauptsache aus *Esox Lucius* L., *Cyprinus carpio* L., *Perca fluviatilis* L., zahlreichen *Leuciscus*-Arten und dem künstlich in den See eingesetzten *Anguilla vulgaris* L., während der für seichte schlammige Gewässer typische Fisch *Tinca vulgaris* Cuv. hier nie gedich. Der Ertrag könnte noch weit ergiebiger sein, wenn weniger Raubfang getrieben und für Anlegung geeigneter Laichplätze gesorgt würde. — Der Bindersee wird nach seinem Fischbestande im Gegensatz zum Mansfelder See unter die Gewässer von bedeutend geringerer Produktivität gerechnet.

Tabelle XXIV.

Sämtliche Fänge aus 1 m Tiefe.

Zeit	Rotatorien		Copepoden		Cladoceren		(in 20 Liter) Netz-Plankton		(in 10 ccm) Z-Plankton	
	Mansf. See	Binder See	Mansf. See	Binder See	Mansf. See	Binder See	Mansf. See	Binder See	Mansf. See	Binder See
1912										
12. Februar	18190	190	2320	73	2840	2	23350	265	375100	5200
18. März	15480	1950	4910	250	850	10	21240	2210	91800	1400
23. April	17090	120	14720	5520	3390	—	35200	5640	423000	9100
18. Mai	25050	2080	1410	250	53570	200	80030	2530	27000	41000
4. Juni	36	45900	5150	3140	18410	1700	23590	50740	51900	99000
19. »	20750	18310	3670	1200	2300	270	26720	19780	156000	70300
3. Juli	2540	4260	3630	570	2110	960	8280	5790	85600	12000
20. »	4050	3190	6210	2050	4370	4210	14630	9450	15000	6800
6. August	1760	19910	3700	380	9840	2180	15300	22470	12000	77600
13. September	9350	13220	1520	1150	9470	440	20340	14850	34000	25700
20. Oktober	9480	6540	1950	870	7810	120	19240	7530	59100	3900
16. November	9620	89	1440	110	10360	3	21420	202	332100	1200
15. Dezember	11360	73	1570	90	4300	—	17230	163	160300	1800
							326570	**137820**	**1822900**	**355000**

Mangel an Nahrungsproduzenten einen solchen der Nahrungskonsumenten im Gefolge hat, wie direkt die Zusammensetzung des Z-Planktons auf einen geringen Planktonreichtum schließen läßt und so die planktonische Eigenart eines Gewässers in quantitativer Hinsicht bedingt. Die Zusammenstellung (Tab. XXIV, S. 614) liefert die entsprechenden Resultate.

Am auffallendsten kommt dieser quantitative Unterschied in den Winterfängen zum Ausdruck. Während im Mansfelder See ein reicher Fortbestand von Z-Plankton die Überwinterung und sogar das Auftreten von Maxima gewisser Tierspezies ermöglicht, ist das planktonische Leben im Bindersee zu dieser Zeit auf ein Minimum beschränkt. Letzterer weist dieselben natürlichen Lebensbedingungen auf wie der größere See (vgl. chemisches Kapitel des Seewassers). Die Faktoren, die diese geringere Nahrungsmenge bewirken, sind durch die Art der Zentrifugenalgen gegeben.

Apstein ist der erste gewesen, der es versucht hat, die Seen nach ihrer Planktonproduktion einzuteilen. Er unterscheidet Chroococcaceen-Seen und Dinobryon-Seen. Die ersteren sind reich, die letzteren arm an Plankton. Dies ist eine Gruppierung nach ganz äußerlichen Merkmalen, wobei nur die Menge des Gesamtplanktonvolumens berücksichtigt wurde. Man hat nun diese beiden Charaktertypen ohne weiteres auch auf das quantitative Vorkommen des animalischen Planktons in Anwendung gebracht. Im Laufe der Zeit hat sich aber vor allem durch die verbesserten Methoden der Planktonbestimmung herausgestellt, daß viele Seen nicht in dieses System passen.

Da wir jetzt über die Ernährungsverhältnisse der Planktozoen aufgeklärt und ihre Nahrungsorganismen uns qualitativ und quantitativ zugängig sind, ein Nahrungswert der Hauptchroococcaceengruppe *Microcystis* und von *Dinobryon* dem Volumen nach nicht in Betracht kommt, so ist wohl auf Grund der Vergleichsergebnisse vom Mansfelder See und Bindersee gerechtfertigt, eine biologische Qualifikation der Seen betreffs ihrer Planktonproduktion nach dem Z-Plankton vorzunehmen und zwischen

Z-planktonarmen Seen und
Z-planktonreichen Seen

zu unterscheiden. Ein See ist umso ärmer an tierischem Plankton, je geringer seine Z-Planktonfauna entwickelt ist, und umgekehrt spielt nur dort, wo das Z-Plankton bedeutend dominiert, auch ersteres quantitativ eine größere Rolle. Da bis jetzt noch kein andrer See in dieser Beziehung genauer untersucht

worden ist und mir deshalb in der Literatur keine Resultate zum Vergleiche vorliegen, so ist vorderhand noch nicht möglich, eine speziellere Klassifikation anzugeben. Man muß damit warten, bis weitere eingehende Beobachtungen über den Nahrungshaushalt andrer Wasserbecken veröffentlicht werden.

Auch die einzelnen Gewässertypen weisen nach den bisherigen Untersuchungen eines Teiches (Lauerscher Teich bei Leipzig), mitteltiefen Flachlandsees (Mansfelder See) und tiefen Alpensees (Zugersee, nach persönlichen Mitteilungen von Herrn Lantzsch) beträchtliche Unterschiede in den Konstituenten der Nahrungsorganismen auf. Die Quantität von Z- und Netzplankton steht aber unter Berücksichtigung des Nahrungswertes der jeweilig vorhandenen Kleinalgen in einem für die betreffenden Tiergruppen annähernd übereinstimmend gestalteten Verhältnis. Hierdurch wird die Bedeutung, welche das Z-Plankton im Leben der Gewässer hat, am besten charakterisiert.

Je größer ein Wasserbecken ist, umso ärmer ist die Chlorophyceen- und Schizophyceenflora. Umgekehrt spielen Bacillariaceen im Z-Plankton von Teichen eine unbedeutende Rolle, und an ihre Stelle treten in der Hauptsache saprophytische Formen. Den Übergang zwischen diesen beiden Gewässertypen bilden die Seen mit Teichcharakter, für die das Vorhandensein von wasserblütebildenden Algen von Wichtigkeit ist. Alle diese Verschiedenheiten lassen sich in erster Linie auf den verschiedenen Gehalt des betreffenden Mediums an organischen Nährstoffen in gelöster Form zurückführen.

Wesentlich werden hierbei diejenigen Wasseransammlungen abweichen, deren Wasser sich noch durch besondere chemische Merkmale auzeichnet, z. B. die durch reiche Entwicklung von Humussäuren charakterisierten Torfmoore, die durch besondere organische Beimengungen künstlicher Art verunreinigten und die salzhaltigen Gewässer. Sie werden hinsichtlich ihres Z-Planktons ganz andre Existenzbedingungen zu bieten vermögen. Der Beweis ist für schwach salzhaltige Gewässer in dem Mansfelder See erbracht.

Wie jedes Gewässer hinsichtlich seiner Nahrungskomponenten als eine Individualität aufzufassen ist, lehrte mich als Beispiel der Mansfelder See, Bindersee und Kerrnersee. Obwohl bis vor wenigen Jahren diese drei Wasseransammlungen noch in direkter Verbindung gestanden haben, so zeigte doch jede eine andere Z-Planktonflora. Der Bindersee hatte im Vergleich zum größeren See in der Hauptsache sperrige und gallertige Formen, die bei diesem in der Minderheit vorhan-

den waren oder ganz fehlten: *Scenedesmus obliquus* Kg., *Gomphosphaera lacustris* Chod., *Coelosphaerium microporum* Naeg., *Closterium lunula* Nitzsch., *Sphaerocystis Schroeteri* Chod., *Peridinium cinctum* Ehrbg., *Anabaena flos aquae* Bréb.; *Cyclotella hyalina* und *Microcystis* wurden hier nie, *Cyclotella Meneghiniana* und *Scenedesmus quadricauda* höchst selten angetroffen.

Reichhaltiger als das Z-Plankton des Bindersees war dasjenige des kleineren Kerrnersees. Es zeichnete sich durch zahlreiche Arten von Chlorophyceen, besonders *Chlamydomonas gigantea* Dill. aus, ferner dominierten hier auffallenderweise die größeren Bacillariaceen, *Diatoma tenue* var. *elongatum* Grun. und *Asterionella formosa* Hass.

Als ein wichtiger Umstand bei der Beurteilung der Planktonnahrung eines Gewässers darf deshalb vor allem der ausnutzbare Nährwert nicht außer acht gelassen werden, den die vorhandenen Organismengruppen repräsentieren.

Eine genaue Lösung der in diesem Kapitel berührten Fragen der Süßwasserökologie müssen wir selbstverständlich dem weiteren Studium des Z-Planktons anheimstellen[1]. Durch die Zentrifuge wird uns die mannigfach komplizierte Biologie der Lebewelt unsrer Gewässer in immer weiteren Punkten erschlossen werden.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Mansfelder See.

Zusammenfassung der hydrographischen Daten.

Geographische Lage: Größtes Binnengewässer Mitteldeutschlands, im südwestlichen Teile der Provinz Sachsen, zwischen 51° 29′—30′ n. Br. und 29° 18′—22′ ö. L., 92,9 m ü. M.

Hydrologische Verhältnisse: Seeoberfläche 2,5 qkm, Länge 5 km, größte Breite 800 m. Pegelschwankungen gering. Flußgebiet der Saale, zur Zeit aber gänzlich isoliert. Zuflußbäche: Böse Sieben vom Unterharz und der Stollen; früherer Abfluß durch den Mühlbach nach der Weida und durch den Graben nach dem Bindersee.

Relief der Seewanne: Langgestreckte, flache Mulde von einförmiger Ufergestaltung. Wasserbecken in biologischer Hinsicht eine Einheit. Maximale Tiefe 7 m, an der breitesten Stelle vor Aseleben; mittlere Tiefe etwa 4,5 m. Seeboden von gleichmäßig-ebener Beschaffen-

[1] Der Verfasser beabsichtigt, im Laufe der nächsten Jahre einen diesbezüglichen Beitrag über die ökolog. Verhältnisse in einigen kleineren Gewässern der näheren und weiteren Umgebung von Leipzig zu liefern.

heit, Untergrund in der Hauptsache ein tonig-mergeliger, an organischen Beimengungen reicher Schlammabsatz von mehreren Metern Stärke.

Vergleich der Messungen 1912 mit den von Ule 1887 ausgeführten Lotungen ergibt eine Tieferlegung des Wasserspiegels um 0,80 m infolge der Veränderungen der Grundwasserverhältnisse, welche in der Umgebung des Sees durch die Trockenlegung des benachbarten Salzigen Sees im Jahre 1894 herbeigeführt wurden.

Entstehung des Sees: Nach Ule ein altes Flußtal, dessen Boden sich infolge der Auslaugung der unterteufenden Zechsteinschichten teilweise gesenkt hat, in dem möglicherweise aber auch eine jüngere Bodenbewegung das Wasser aufgestaut hat.

Temperaturverhältnisse: Temperierter See. Sprungschicht nur im Hochsommer ausgebildet. Temperaturperioden 1912:

Winterstagnation	(Januar bis Mitte Februar)
Frühjahrscirculation	(Februar bis Ende Mai)
Sommerstagnation	(Ende Mai bis Ende Juli)
Herbstcirculation	(August bis November)
Winterstagnation	(Dezember bis Anfang Februar 1913.)

Transparenz:

Maximum im Oktober 1912	=	1,60 m
Minimum im April 1912	=	0,30 m
Jährliche Transparenzschwankung 1912 im Mittel	=	etwa 1 m.

Verlauf der Transparenz in bedeutender Abhängigkeit von der Quantität des Z-Planktons. Thermische Schichtung des Wassers und Netz-Planktonmenge waren ohne wesentlichen Einfluß.

Farbe: Das Seewasser wies einen schmutzig-grünen, in bräunlich übergehenden Grundton auf. Gewisse jahreszeitliche Färbungsnüancen wurden durch die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Z-Planktons bedingt.

Chemisches Verhalten: See mit abnormem Salzgehalt des Wassers. Dieser ist im Laufe der Zeit beträchtlichen Schwankungen unterworfen gewesen. Er beträgt noch reichlich 0,1 %. (Abdampfrückstand in 1 l Seewasser Oktober 1912 = 1027 l/mg [gefundener Durchschnittswert], 1116 l/mg [berechneter Durchschnittswert] nach Wittmanns Analysen). Den Hauptanteil haben Na', Ca'', Mg'', Cl' und SO_4'' Ionen. Der Salzgehalt ist auf Auslaugungsprozesse des Wassers auf das unterlagernde Gestein, im wesentlichen aber auf früher eingeleitete stark salzhaltige Stollenwässer zurückzuführen. Er ist gleich-

mäßig über den See verteilt und wies innerhalb der einzelnen Jahreszeiten nur unwesentliche, durch meteorologische Verhältnisse bedingte Schwankungen auf.

Zusammenfassung der biologischen Ergebnisse.

Litoral- und Bodenfauna: Makrophytische Uferflora nur durch *Phragmites communis Tr.* vertreten, eine Wasserpflanzenzone fehlt. — Diese gering entwickelte Litoralflora hat eine nur wenig reichhaltige Litoralfauna zur Folge. Interessant ist das zahlreiche Vorkommen der Chydoride *Leydigia Leydigii* (Schödler) und des Brackwasserpolypen *Cordylophora lacustris* (Allm.). — Bodenfauna spärlich entfaltet.

Planktologische Charakterisierung des Sees.

Netzplankton.

Anklänge an die Brackwasserfauna sind vorhanden: Geringer Artenreichtum bei auffallend hohen Individuenzahlen. Zusammensetzung: 9 Rotatorien, 3 Copepoden und 5 Cladoceren (17 Arten). Dadurch, daß viele Organismen fehlen, welche in allen flacheren norddeutschen Seen vorkommen, nimmt der Mansfelder See diesen gegenüber eine gewisse Sonderstellung ein. Charakteristisch für ihn ist das Auftreten des *Diaptomus salinus* (Daday), einer *Daphnia longispina* (O. F. M.) var. *longispina-galeata*, die der *D. longispina* var. *cucullata* (G. O. Sars) sehr nahe steht, und der *Triarthra terminalis* (Plate) var. *maior* nov. var., die sich von *Triarthra terminalis* (Plate) in der Größe unterscheidet.

Periodizitätsanomalien: *Triarthra terminalis* var. *maior* nov. var. war Winterform, *Cyclops Leuckarti* und *Diaphanosoma brachyurum* bevorzugten auch in diesem Gewässer die Sommermonate. *Cyclops strenuus* war hier auch im Sommer zahlreich vorhanden, während *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata* und *Asplanchna brightwelli* nur wenige Wochen im Plankton auftraten.

Pelagische Rhizopoden und Ciliaten außer *Codonella lacustris* (Entz.) von untergeordneter Bedeutung.

Zentrifugenplankton.

Die Z-Algen wiesen infolge des Salzgehaltes geringe Artenzahl, dafür enorme Individuenmengen auf. Zusammensetzung: 3 Flagellaten, 2 Schizophyceen, 7 Chlorophyceen, 5 Bacillariaceen, 1 Conjugate (18 Arten). Zwei neue Spezies konnten konstatiert werden: *Cyclotella hyalina* nov. spec. (Winterform) und *Pleurococcus punctiformis*

nov. spec. (Juni). Im Frühjahr bildeten die Entwicklungsstadien von *Microcystis aeruginosa* und einer neuen Varietät dieser Alge *Microcystis aeruginosa* var. minor nov. var. die Hauptnahrung des Netzplanktons. Die Entwicklungsstadien dieser Schizophyceen sind durch die Zentrifuge hier zum ersten Male nachgewiesen worden. Sie haben gezeigt, daß *Microcystis* sich nicht auf dem Grunde, sondern pelagisch entwickelt. Die Maxima der Z-Planktonten fielen in die Periode der Frühjahrs- und Herbstzirkulation des Wassers.

Betreffs des Nahrungswertes der einzelnen Algen für das tierische Plankton spielt die Größe eine bedeutende Rolle. Sperrige Formen, sowie Individuen mit größerer Gallerthülle, z. B. die wasserblütebildenden *Microcystis*-Kolonien, kommen als Nahrung nicht in Betracht.

Das Phytoplankton dieses Sees weicht von den bisher bekannt gewordenen Planktontypen größerer norddeutscher Gewässer durch das Fehlen der dort dominierend auftretenden Bacillariaceen *Melosira, Fragilaria, Asterionella,* ferner von *Dinobryon* und der Peridineen *Ceratium* und *Peridinium* ab. Das schwach salzhaltige Wasser begünstigt wahrscheinlich in den Sommermonaten die Entwicklung einer üppigen *Microcystis*-Wasserblüte.

Botryococcus Braunii war im Frühjahr und Herbst im Plankton anwesend.

Hauptergebnisse über die Beziehungen zwischen dem Zentrifugen- und Netzplankton.

1. Das gesamte tierische Plankton der pelagischen Zone eines Sees ist an das Vorhandensein geformter Nahrung gebunden. Die Quantität des Zentrifugenplanktons bestimmt direkt die Quantität der Rotatorien, Cladoceren und Copepoden. Es wird uns dadurch das biologische Moment des Wechsels der tierischen Planktonschar eines Gewässers erklärt. Ein Einfluß der Temperatur kommt hierbei nicht in Betracht.

Innerhalb dieser drei Tiergruppen ist ein gegenseitiger starker Konkurrenzeinfluß vorhanden. Die schwächeren Organismen (Rotatorien) müssen den stärkeren (Cladoceren und Copepoden) in dem Kampfe um die Nahrung weichen, da sie ein Anwachsen der Nahrungskonkurrenten nicht verhindern können.

2) Die Horizontalverteilung des Z- und Netzplanktons ist in allen Teilen der pelagischen Zone des Mansfelder Sees vollkommen gleichmäßig. Die freie Wasserzone der Buchten zeigte im Sommer trotz der

größeren Mengen an Z-Plankton eine beträchtliche Abnahme der pelagischen Planktonten. Die Gründe für dieses Verhalten sind in den durch bakterielle Fäulnisprozesse und durch Wucherung pflanzlicher und tierischer Saprobien hervorgerufenen ungünstigen Lebensbedingungen zu suchen.

Die Vertikalverteilung der pelagischen Planktozoen ist in einem flachen, planktonreichen See von der Nahrung, dem Lichte und den mechanischen Einwirkungen auf die Oberflächenschicht (Wellenbewegung) abhängig.

Z- und Netzplankton zeigten die gleiche Vertikalschichtung.

Die jahreszeitliche oder periodische Vertikalverteilung beider Planktongruppen war im Laufe des Jahres einem bestimmten Wechsel unterworfen. Das Hauptmaximum von Netz- und Z-Plankton befand sich im Sommer dicht an der Oberfläche und wurde im Winter nach der Tiefe verlegt. In den Übergangsjahreszeiten war eine mehr gleichmäßige Verteilung in der ganzen Wassersäule vorhanden.

Für diese Verteilung des Zooplanktons ist in Seen geringer Transparenz die Nahrungsschichtung in erster Linie verantwortlich zu machen. Die Copepoden verhielten sich hierbei indifferent.

Das Z-Plankton ist in seiner biologischen Schichtung von den thermischen Verhältnissen des Wassers und von dem Lichte abhängig, insofern als letzteres die Entwicklung dieser Nahrungsorganismen begünstigt. Diese Klein-Algen wiesen keine Wanderung auf.

Es ist durchaus nicht der Fall, daß die Planktozoen der Nahrung nachjagen oder bestimmte Z-Planktonten bevorzugen, sondern es können einfach diejenigen Schichten, natürlich nur von größerer Ausdehnung, eine reichere Planktonfauna entwickeln, welche die meisten Nähralgen besitzen, vorausgesetzt, daß die Lichtintensität nicht zu groß ist, um einen Aufenthalt der Tiere dort zu verhindern.

Die tägliche Wanderung des tierischen Planktons wird durch den Lichtwechsel veranlaßt, außerdem aber durch mechanische Reize (Wellenbewegung) beeinflußt. Es konnte im Mansfelder See des Nachts nie ein Aufsteigen oder Aufdrängen der Planktonten zur Oberfläche, sondern nur eine zonare Ausgleichung innerhalb der Oberflächenschicht beobachtet werden. Die erwachsenen Copepoden zeigten gegenüber einem Wechsel der Lichtintensität die geringste Reaktion.

3) Der Planktonertrag der verschiedenen Gewässer ist in höchstem Maße von der Quantität und Qualität des Z-Planktons abhängig.

Leipzig, im Juli 1913.

Literaturverzeichnis.

Bedeutung der Abkürzungen.

Int. Rev. usw. = Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie (Woltereck).

Plöner Ber. = Forschungsberichte der Biol. Station Plön (Zacharias).

Archiv usw. = Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde (Zacharias).

B. Amberg, Optische und thermische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. Mitt. d. naturf. Gesellschaft Luzern. Hft. 4. 1903/04[1].

*O. Amberg, Beiträge zur Biologie des Katzensees. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. Zürich. Bd. XLV. 1900.

— Biologische Notiz über den Lago di Muzzano. Plöner Ber. 1903.

H. Ammann, Physikalische und biologische Beobachtungen an oberbayrischen Seen. Inaug.-Diss. der Kgl. Techn. Hochschule zu München 1912.

*C. Apstein, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biol. Centralbl. Bd. XII. 1892.

— Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holsteinischen Seen. Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., 1894.

*— Das Süßwasserplankton. Methode u. Resultate der quantit. Untersuchung. Kiel u. Leipzig 1896.

A. Artari, Der Einfluß der Konzentrationen der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XL. 1904 u. Bd. XLIII, 1906.

O. Aufsesz, Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Die Wissenschaft. Hft. 4. Braunschweig 1905.

H. Bachmann, Die Planktonfänge mittels der Pumpe. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

*— Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstätter Sees. Jena 1911.

*W. Bally, Der Obere Zürichsee. Beiträge zu einer Monographie. Archiv usw. Bd. III. 1907.

*V. Bauer, Vertikalwanderung des Planktons und Phototaxis. Biol. Centralbl. Bd. XXIX. 1909.

*H. Behrens und A. Merz, Aus dem Institut für Meereskunde in Berlin. Int. Rev. usw. 1911. (Notiz.)

W. Benecke, Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen, auf Grund von Versuchen über die Bedingungen der Zygotenbildung bei Spirogyra communis. Intern. Revue usw. Bd. I. 1908.

D. Bergendal, Beiträge zur Fauna Grönlands. Acta universit. Lundensis 1891—92.

A. Birge and Ch. Juday, The Inland Lakes of Wisconsin. The dissolved Gases of the water and their biological Significance. Wisconsin Geolog. and Nat. History Survey 1911. Bulletin Nr. XXII. Scientific Series Nr. 7.

[1] Es werden die Abhandlungen angeführt, die für diese Arbeit in erster Linie in Frage kommen. Die Artikel, die ich mit einem Stern gekennzeichnet habe, sind in der Arbeit erwähnt.

*A. Birge, The vertical distribution of the limnetic crustacea of Lake Mendota. Biol. Centralbl. Bd. XV u. Bd. XVII.
F. Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Hamburg 1895.
F. Brand, Morphologisch-biologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Beih. z. bot. Centralbl. Bd. XV. Hft. 1.
*A. Brauer, Die Süßwasserfauna Deutschlands. Jena 1909. Hft. 10. Phyllopoda; Hft. 11, Copepoda; Hft. 14, Rotatoria.
V. Brehm, Zusammensetzung, Verteilung und Periodizität des Zooplanktons im Achensee. Separatabdruck aus der Zeitschr. d. Ferdinandeums, Innsbruck. 46. Heft. 1902.
*— Einige Beobachtungen über das Zentrifugenplankton. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910/11.
*A. Brutschy, Monographische Studien am Zuger See. Archiv usw. Bd. VIII. Hft. 1. 1912.
A. Bütschli, Mastigophora. In Bronns Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, II. 1. Leipzig 1883—87.
P. Bujor, Contribution à la faune des lacs salés de Roumanie. Ann. scientif. Univ. Jassy. Bd. I. 1900.
*G. Burckhardt, Faunistische und systematische Untersuchungen über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue Suisse de Zool. T. VII. 1899.
*— Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. Mitt. d. naturf. Gesellsch. Luzern. 3. Hft. 1900.
*— Hypothesen und Beobachtungen über die Bedeutung der vertikalen Planktonwanderung. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910/11.
— Zur Kontroverse zwischen Bauer und Loeb über Phototaxis des Planktons. Int. Rev. usw. 1910.
R. Chodat, Les Algues vertes de la Suisse. Bern 1902.
*C. Chun, Über die geographische Verbreitung der pelagisch lebenden Seetiere. Zool. Anz. Bd. IX. 1886.
E. v. Daday, Beitrag zur Kenntnis der Mikrofauna der Natronwässer des Alföldes. Mathem.-naturw. Ber. aus Ungarn. Bd. VIII. 1894.
— Die mikroskopische Tierwelt der Mezöeger Teiche. Természetrajzi Füzetek. T. XV. 1892.
*J. Dakin, Notes on the Alimentary Canal and Food of the Copepoda. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.
*H. Dieffenbach und R. Sachse, Biologische Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. Int. Rev. usw. Biol. Suppl. III. Ser. 1911.
Döderlein, Über die Beziehungen nahe verwandter Tierformen zu einander. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. IV. 1902.
*C. van Douwe, Copepoden von Transkaukasien, Transkaspien und Turkestan. Zool. Jahrb. Syst. Bd. XXII. 1905.
G. Entz, Beiträge zur Kenntnis des Planktons des Balatonsees. Result. d. Erforsch. d. Balat. 1906.
*B. Eyferth, Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Braunschweig 1909.
*Ewald, Über Orientierung, Lokomotion und Lichtreaktion einiger Cladoceren und deren Tropismen. Biol. Centralbl. Bd. XXX.

R. Florentin, Études sur la faune des mares salées de Lorraine. Ann. sc. nat. Zool. T. X. 1899.

*F. A. Forel, Le Léman. Monographie limnologique. T. III. Lausanne 1892—1902.

*— Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Stuttgart 1901.

*R. Francé, Zur Biologie des Planktons. Biol. Centralbl. Bd. XIV. 1894.

*V. Franz, Phototaxis und Wanderung. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.

*T. Freidenfelt, Temperatur- und Gasgehaltsuntersuchungen im See Ören. Mit vorläufigen Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt und Planktonverteilung. Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Afd. 2. Bd. VIII.

Frenzel, Die biologische Fischerei-Versuchsstation Müggelsee. Zeitschr. f. Fischerei und deren Hilfswissensch. 1895.

*A. Frič und V. Vávra, IV. Die Tierwelt des Unterpočernitzer und Gatterschlager Teiches. (Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens.) Archiv für naturw. Durchforschung von Böhmen. Bd. IX. 1894.

*Fuhrmann, O. Beiträge zur Biologie des Neuenburger Sees. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

R. Gerneck, Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XXI. 1907.

R. Gurney, The fresh- and brackish water crustacea of east Norfolk. Trans. of the Norfolk a. Norwich Nat. soc. Bd. VII. 1904.

*O. Guyer, Beiträge zur Biologie des Greifensees mit besonderer Berücksichtigung der Saisonvariation von Ceratium hirundinella. Archiv usw. 1910.

W. Halbfasz, Der Arendsee in der Altmark. Mitt. des Ver. für Erdk. zu Halle a.S. 1896.

E. Haeckel, Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammensetzung der pelagischen Fauna und Flora. 1890.

— Planktonstudien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXV. 1891.

O. Hartwig, Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. Plöner Ber. Teil 5. 1897.

V. Hensen, Über die quant. Bestimmung der kleineren Planktonorganismen. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. V. 1900.

*B. Hofer, Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee nebst vergl. Untersuchungen an einigen andern Süßwasserbecken. Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgeb. Bd. XXVIII. 1899.

— Über Untersuchungen unsrer einheimischen Süßwasserseen. Schrift d. physik-. ökon. Ges. Königsberg. Bd. XXV. 1885.

*G. Huber, Monographische Studien im Gebiete der Montiggler Seen (Südtirol) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. Plöner Ber. Bd. I. 1906.

— Biologische Mitteilungen über die Berninaseen (Schweiz). 1. Das Verhalten der Rot. d. Lago della Crocetta im Jahrescyclus. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

Fr. Hustedt, Süßwasser-Diatomeen Deutschlands. Mikrolog. Bibliothek. Stuttgart 1909.

O. Imhof, Über das Leben und die Lebensverhältnisse zugefrorener Seen. Mitt. d. aarg. naturf. Gesellsch. Bd. VI—VIII. 1889—97.

— Resultate meiner Studien über die Pelagische Fauna kleinerer und größerer Süßwasserbecken der Schweiz. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.

K. von Keissler, Untersuchungen über die Periodizität des Phytoplanktons des Leopoldsteinersees in Steiermark in Verbindung mit einer eingehenden limnologischen Erforschung dieses Seebeckens. Archiv usw. Bd. VI. Hft. 4. 1911.

— Planktonuntersuchungen in einigen Seen der Julischen Alpen. Archiv usw. 1910.

*H. Kerb, Über den Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.

Klausener, Jahrescyclus der Fauna eines hochgelegenen Alpensees. Int. Rev. usw. 1908.

H. Klebahn, Über wasserblütebildende Algen und über das Vorkommen von Gasvakuolen bei den Phycochromaceen. Plöner Ber. IV. Teil.

K. Knauthe, Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.

— Das Süßwasser: Chemische, biologische und bakteriolog. Untersuchungsmethoden unter besonderer Berücksichtigung der Biologie und der fischereiwirtschaftlichen Praxis. 1907.

*F. W. Knörrich, Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. Plöner Ber. Bd. VIII. 1900.

*R. Kolkwitz, Die Farbe der Seen und Meere. Vierteljahrsschr. für öffentliche Gesundheitspflege 1910.

*— Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Jahrg. 1911. Bd. XXIX. Hft. 6.

— Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwässerbes. Hft. 14. 1911.

R. Kolkwitz und M. Marsson, Grundzüge für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwässerbes. 1912.

— Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXVI. Hft. 7. Jahrg. 1908.

— Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

H. Krätzschmar, Über den Polymorphismus von Anuraea aculeata Ehrbg. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

K. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1899.

*V. Langhans, Planktonprobleme. Lotos. Bd. LVII. Hft. 6.

*— Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. Monogr. u. Abh. zur Int. Rev. usw. Bd. III.

R. Lauterborn, Über Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Verh. d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V.

— Die sapropelische Lebewelt. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1910.

*— Über die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Biol. Centralbl. 1894.

R. LAUTERBORN, Über die cyclische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. Biol. Centralbl. Bd. XVIII. 1898.

*E. LEMMERMANN, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. Bot. Ver. d. Provinz Brandenburg. 3. Band. 1910.

*— Das Phytoplankton brackischer Gewässer. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVIII. 1900.

— Der große Waterneversdorfer Binnensee. Eine biologische Studie. Plöner Ber. Bd. VI. 1898.

K. M. LEVANDER, Zur Kenntnis des Planktons und der Bodenfauna einiger seichter Brackwasserbuchten. Act. soc. pro faun. et flora fennica. Bd. XX. Nr. 5. 1901.

— Kleine Beiträge zur Kenntnis des Tierlebens unter dicker Eisdecke in einigen Gewässern Finnlands. Ofertr. u. Medd. soc. pro fauna et flora fenn. Bd. XX. 1894.

*JACQUES LOEB, Über Heliotropismus und die periodischen Tiefenbewegungen pelagischer Tiere. Biol. Centralbl. Bd. XXVIII. 1908.

*H. LOHMANN, Über die Anwendung der Zentrifugierung von Wasserproben zur Gewinnung des Planktons. Wissenschaftl. Meeresuntersuchung. Abt. Kiel. Bd. X. 1908.

*— Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebendem Zustande. Int. Rev. usw. Bd. IV. 1911.

— Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VII. 1902.

*— Über die Quellen der Nahrung der Meerestiere und PÜTTERS Untersuchungen hierüber. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

H. LOZERON, Sur la repartition verticale du plancton dans le lac de Zurich de Décembre 1900 à Décembre 1901. Viertelj. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. Bd. XLVII. 1902.

*M. MARSSON, Die Flora und Fauna des verschmutzten Wassers in ihren Beziehungen zur biologischen Wasseranalyse. Plöner Ber. Teil 12. 1903.

H. MICOLETZKY, Beiträge zur Kenntnis der Ufer- und Grundfauna einiger Seen Salzburgs sowie des Attersees. Zool. Jahrb. Bd. XXXIII. 5. Hft. 1912.

W. MIGULA, Die Grünalgen. Mikrolog. Bibliothek. Stuttgart 1912.

S. MINKIEWICZ, Die Winterfauna dreier Tatraseen. Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie. Série B: Sciences naturelles 1912.

E. NORDENSKIÖLD, Beitrag zur Kenntnis des Tierlebens in Wassersammlungen von wechselndem Salzgehalt. 1900.

F. OLTMANNS, Zur Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904/05. 2 Bände.

*W. OSTWALD, Über eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie, insbes. über die Bedeutung des Begriffes »der inneren Reibung des Wassers« für dieselbe. Plöner Ber. Bd. X. 1903.

*A. PASCHER, Über Nannoplanktonten des Süßwassers. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXIX.

*— Versuche zur Methode des Zentrifugierens. Int. Rev. usw. Bd. V. 1902.

A. PFENNIGER, Beiträge zur Biologie des Zürichsees. Inaug.-Diss. Zürich 1912.

*A. Pütter, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena 1910.

J. Quirmbach, Studien über das Plankton des Dortmund-Ems-Kanals und der Werse bei Münster. Inaug.-Dissert. zu Münster 1912. Archiv usw. Bd. VII.

*Reighard, A biological examination of lake St.-Clair. Bull. of the Michigan Fish Comm. Nr. 4. 1894.

E. Richter, Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen. Verhandl. d. 9. Deutschen Geogr.-Tages. Wien 1891.

*M. le Roux, Recherches biologiques sur le lac d'Annecy. Extr. des Annales d. Biol. lac. T. II. 1907.

*F. Ruttner, Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im großen Plöner See und in zwei nordböhmischen Teichen. Plöner Ber. Bd. XII. 1905.

*— Über die Anwendung von Filtration und Zentrifugierung bei den plankt. Arbeiten an den Lunzer Seen. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

*— Über tägliche Tiefenwanderungen von Planktontieren unter dem Eise und ihre Abhängigkeit vom Lichte. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

Rywosch, Über die Bedeutung der Salze für das Leben der Organismen. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

*G. Schickendantz, Temperaturen und Sauerstoff im Sacrower See bei Potsdam. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.

G. Schneider, Das Plankton der westfälischen Talsperren des Sauerlandes. Inaug.-Dissert. zu Münster 1912. Archiv usw. Bd. VIII.

*B. Schröder, Das Pflanzenplankton preußischer Seen. In Seligo, Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig 1900.

*Schulz, Die Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Halle. Mitt. d. Ver. f. Erdk. zu Halle a. S. 1887.

*A. Seligo, Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Mikrolog. Bibl. Stuttgart. Bd. III.

*— Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in einigen westpreußischen Seen. Danzig 1890.

*Spring, Sur la cause de l'absence de coloration de certaines eaux limpides naturelles. Arch. de sc. phys. et nat. de Genève. IV. période. Bd. VII. 1899.

*H. Steiner, Das Plankton und die makrophytische Uferflora des Luganersees. Int. Rev. usw. Biol. Suppl. VI. Serie. 1913.

*A. Steuer, Planktonkunde. Leipzig 1910.

— Das Zooplankton der alten Donau bei Wien. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

*S. Strodtmann, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.

*— Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.

*J. Thallwitz und B. Schorler, mit Beiträgen von K. Schiller, Pflanzen- und Tierwelt des Moritzburger Großteiches. Annales de Biologie lacustre, Tome I. 1906.

*J. Thallwitz, Beobachtungen über den Saisonpolymorphismus einiger Planktoncladoceren. Dresden, Jahresbericht der Annenschule 1910.

J. Thomann und W. Bally, Biologisch-chemische Untersuchungen über den Arnensee. Int. Rev. usw. 1908.

*W. Ule, Die Temperaturverhältnisse der baltischen Seen. Verh. d. 10. Deutschen Geographentages Stuttgart 1893.

— Beitrag zur Instrumentenkunde auf dem Gebiete der Seenforschung. Peterm. Mitt. 1894. Bd. XL.

*M. Voigt, Beiträge zur Kenntnis des Planktons pommerischer Seen. Plöner Ber. IX. Teil.

*— Die vertikale Verteilung des Planktons und ihre Beziehung zum Gasgehalt im großen Plöner See. Plöner Ber. Bd. XII. 1905.

R. Volk, Hamburger Elbeuntersuchungen 8: Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse in Hamburg. Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anstalten. Bd. XXIII. 1905.

E. Walter, Eine praktisch verwertbare Methode zur Bestimmung des Teichplanktons. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.

H. Ward, A biological examination of Lake Michigan. Bull. of the Michigan Fish Comm. Nr. 6. 1896.

*C. Wesenberg-Lund, Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons, nebst Bemerkungen über Hauptprobleme zukünftiger limnologischer Forschungen. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.

*— Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem specifischen Gewicht des Süßwassers. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

*— Plankton-Investigations of the Danish lakes. General Part. Kopenh. 1908.

*— Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.

C. Wesenberg-Lund und N. J. Brönstedt, Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer nebst Bemerkungen über ihre Bedeutung für unsre Auffassung der Temporalvariationen. Int. Rev. usw. Bd. IV. 1911.

*G. C. Whipple, Some observations of the temperature of surface waters; and the effect of temperature on the growth of microorganisms. Some observations on the relation of light to the growth of diatoms. Journal of the New-England Water Works Association. 1895 u. 1896.

*R. Woltereck, Die natürliche Nahrung pelagischer Cladoceren und die Rolle des »Zentrifugenplanktons« im Süßwasser. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

*— Plankton und Seenausfluß. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

*— Über Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sogen. »Schwebefortsätze« pelagischer Cladoceren. Bibl. Zoolog. Chun-Festschrift. 1912.

*O. Zacharias, Über die horizontale und vertikale Verbreitung limnetischer Organismen. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895 u. 1896.

*— Über die Frühjahrsvegetation limnetischer Bacillariaceen im großen Plöner See. Biol. Centralbl. 1895.

*— Über die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Winterplanktons in großen und kleinen Seen. Plöner Ber. VII. Teil.

— Das Süßwasserplankton. Leipzig 1907.

— Hydrobiologische und fischereiwirtschaftliche Beobachtungen an Seen der Schweiz und Italiens. Plöner Ber. VII. Teil.

— Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Fischteiche. Plöner Ber. 1898.

*O. ZACHARIAS, Über die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See. Plöner Ber. 1895 u. 1896. Bd. III/IV.
*— Beobachtungen am Plankton des großen Plöner Sees. Plöner Ber. 1894.
*— Über einige biologische Unterschiede zwischen Teichen und Seen. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.
*— Fortsetzung der Beobachtung über die Periodizität der Planktonwesen. Plöner Ber. Bd. III. 1895.
— Das Plankton des Arendsees. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.
— Zur Kenntnis der pelagischen und litoralen Fauna der norddeutschen Seen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLV. 1887.
— Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. Plöner Ber. 1898.
*F. ZSCHOKKE, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Basel 1900.
M. ZUELZER, Zur Kenntnis der biologischen Wasserbeurteilung. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

Erklärung zu den Plankton-Kurven.

Bei allen Kurven sind die Zeiten auf der horizontalen Grundlinie nach rechts als Abszissen aufgetragen.

Den Kurven des Netzplanktons liegen die Individuenzahlen aus 120 Liter Seewasser (à 20 Liter aus sechs verschiedenen Tiefen), denjenigen des Zentrifugenplanktons aus 60 ccm Seewasser (à 10 ccm aus denselben Tiefen) berechnet für die mittlere Individuenmenge in 10 ccm zugrunde. Bei diesen Fangwerten möchte ich auf die Seite 547—550 angegebene Methodik hinweisen.

Die Zahlen für die Individuenmengen in Fig. 3—32 sind die Werte der Halbmesser von Kugeln, deren Volumen man sich von den in der gezählten Menge vorhandenen, in gleichen Abständen im Raume verteilten Individuen ausgefüllt denkt:

$$r = \sqrt[3]{\frac{z}{4}}\,;\ r = \text{Halbmesser};\ z = \text{gezählte Individuenmenge!}$$
$$z = 4r^3$$

Die abgerundeten Werte für die Individuenzahlen, welche den Werten der halben Durchmesser der Kugelkurven für das Netz- und Zentrifugenplankton entsprechen, sind teilweise sofort aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich oder schnell nach obiger Formel zu berechnen.

Tabelle.

Abgerundete Werte für die Individuenzahlen, welche den in Fig. 3—32 angegebenen Radienwerten der Kugelkurven entsprechen:

Radienwert	Entsprechende Individuenzahl
1	5
2	30
3	100
4	250
5	500
6	850
7	1 350

Radienwert	Entsprechende Individuenzahl
8	2 000
9	2 900
10	4 000
12	7 000
14	11 000
16	16 000
18	23 000
20	32 000
22	43 000
24	55 000
26	70 000
28	88 000
30	108 000
32	131 000
34	157 000
36	187 000
38	220 000
40	256 000
42	296 000
44	341 000
46	389 000
48	442 000
50	500 000
52	562 000
54	630 000
56	703 000
58	780 000
60	864 000
62	953 000
64	1 048 000
66	1 150 000
68	1 258 000
70	1 372 000
72	1 493 000
74	1 621 000
76	1 756 000
78	1 898 000
80	2 048 000

Vita.

Ich, Friedrich Volkmar Colditz, evang.-luth. Konfession, wurde geboren am 3. Juli 1889 zu Meerane i. S. als Sohn des Oberlehrers Colditz. Nach Besuch der Bürgerschule und Realschule meiner Heimatstadt, des Realgymnasiums zu Zwickau und der Oberrealschule zu Weißenfels a. S., die ich Ostern 1909 mit dem Zeugnis der Reife verließ, widmete ich mich dem Studium der Naturwissenschaften, speziell der Zoologie. S.-S. 1909 bis S.-S. 1910 war ich in Jena, seit W.-S. 1910/11 an der Universität Leipzig inskribiert. Sommersemester 1912 war ich von der Universität Leipzig beurlaubt nach Seeburg (Prov. Sachsen) zwecks Vornahme wissenschaftlicher Untersuchungen am Mansfelder See im Auftrage von Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Chun. In den Sommerferien 1911 beteiligte ich mich an dem Hydrobiologischen Demonstrations- und Exkursionskurs am Vierwaldstättersee, veranstaltet von Herrn Prof. Dr. Bachmann, Luzern, unter Mitwirkung des Zoologischen Institutes der Universität Basel.

Ich hörte Vorlesungen über Botanik, Zoologie, Chemie, Physik, Mineralogie, Geologie, Geographie, Philosophie und Pädagogik. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten: Detmer, Eucken, Knorr, Linck, Plate, Stahl, v. Zahn, Winkelmann in Jena; Barth, Chun, Credner, Hantzsch, Jungmann, Miehe, Partsch, Pfeffer, Rinne, Simroth, Steche, Wagner, Woltereck und Wundt in Leipzig. Ich nahm teil an den Praktika der Herren Professoren: Plate, Stahl; Chun, Credner, Hantzsch, Rinne, Wagner, Wiener.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.